

O Papel da Ecografia *Point-of-Care* no Contexto da Pandemia COVID-19: Protocolos pleuropulmonares desenvolvidos

Joana dos Reis Videira Santos Guerreiro

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Medicina
(mestrado integrado)

Orientador: Dr. Eduardo João Abrantes Pereira
Co-orientador: Dr. Renato José Gonçalves Almeida

maio de 2022

Declaração de Integridade

Eu, Joana dos Reis Videira Santos Guerreiro, que abaixo assino, estudante com o número de inscrição 36938 do Mestrado Integrado em Medicina da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade da Beira Interior, declaro ter desenvolvido o presente trabalho e elaborado o presente texto em total consonância com o **Código de Integridades da Universidade da Beira Interior**.

Mais concretamente afirmo não ter incorrido em qualquer das variedades de Fraude Académica, e que aqui declaro conhecer, que em particular atendi à exigida referenciação de frases, extratos, imagens e outras formas de trabalho intelectual, e assumindo assim na íntegra as responsabilidades da autoria.

Universidade da Beira Interior, Covilhã 02 /05 /2022

Dedicatória

Ao N.

Agradecimentos

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer ao meu orientador, Dr. Eduardo Pereira, por ter aceitado partilhar o seu entusiasmo pela ecografia comigo. Agradeço toda a orientação, disponibilidade e por me guiar nesta viagem. Pelas suas palavras recheadas de essência do ser, sentir e do saber.

De seguida, gostaria de agradecer ao meu co-orientador, Dr. Renato Gonçalves, por ter aceitado este desafio, pelos anos de amizade e pela confiança depositada em mim. Obrigada pela pronta ajuda em qualquer altura.

Aos meus pais e aos meus irmãos Francisco e Miguel, poucas palavras conseguirão descrever o meu agradecimento do fundo do coração. Obrigada pelo vosso apoio, paciência e alicerces inabaláveis e por me darem todas as possibilidades para que conseguisse seguir o meu sonho e objetivo de vida.

À Radiologia, por me ter dado a paixão pela imagiologia, o gosto pela saúde e as portas para a Medicina.

À Covilhã cidade neve, por me teres acolhido nestes últimos 6 anos e me teres dado um lar, um sítio quente onde ansiei regressar.

E por fim a ti, Tiago, um obrigado pelo teu amor. Pelo teu carinho, companheirismo e apoio que todos os dias tenho o privilégio de sentir. Obrigada por me ensinares, encorajares e conseguires transformar o dia mais cinzento em luz. A ti, N.

Resumo

Introdução: A ecografia é um método de diagnóstico considerado seguro, de baixo custo, de fácil e rápido acesso, sendo a ecografia *point-of-care*, vulgarmente conhecida como POCUS, um conceito que tem vindo a ser amplamente implementado na prática clínica.

A pandemia SARS-CoV-2 trouxe novos desafios e barreiras a serem ultrapassadas, como o distanciamento social, novas infraestruturas hospitalares e sistemas de triagem. Para tal, a necessidade urgente levou a uma díspar evolução tecnológica e científica conseguida através de investigações e estudos realizados neste período, que permitiram um grande impulso e descoberta de novos métodos de diagnóstico e terapêutica, assim como aperfeiçoamento de protocolos já existentes.

Pela sua eficiência e aparente inocuidade, a POCUS foi rapidamente implementada como método de diagnóstico e controlo nos doentes com Covid-19 em diversos países como a China, Estados Unidos da América, Alemanha, entre outros.

Analisando a literatura científica existente até à data, este trabalho tem como objetivo contextualizar o conceito de POCUS na era da pandemia e analisar o estado da arte dos protocolos pleuropulmonares implementados nos principais países que desenvolveram e adaptaram este método durante a pandemia.

Objetivo: Identificar na literatura protocolos de ecografia *point-of-care* pleuropulmonar desenvolvidos como método de diagnóstico e controlo de doentes com Covid-19.

Métodos: Pesquisa bibliográfica de artigos científicos em base de dados científicas, como a *PubMed*, com as seguintes combinações de palavras-chave: "*Point-of-care Ultrasonography OR POCUS OR Point-of-Care Ultrasound*" AND "*Pandemic OR COVID-19 OR SARS-CoV-2 OR coronavirus*" AND "*Pleuropulmonar protocol OR pulmonar protocol*". Após a pesquisa, foram aplicados critérios de inclusão e exclusão específicos e foram analisados os protocolos implementados e procedeu-se à síntese dos resultados encontrados. Foram também incluídos artigos considerados pertinentes, dados pelos orientadores, ou retirados de referências bibliográficas de artigos que resultaram da pesquisa, desde que cumpram os critérios de inclusão e exclusão e sejam relevantes no enquadramento desta revisão.

Resultados e Conclusões: A POCUS pleuropulmonar é uma ferramenta facilmente acessível para os clínicos e deve ser considerada uma extensão do exame físico. É erro dependente do utilizador, sendo a qualidade dos exames ecográficos influenciada dos conhecimentos e habilidades do operador. A identificação de padrões pleuropulmonares indicativos de Covid-19 tornou a POCUS numa valiosa ferramenta de diagnóstico e monitorização, sendo um excelente preditor de prognóstico. Estas alterações podem ser quantificadas através da ferramenta *Lung Ultrasound Score* (LUS), que pode permitir estratificar o risco destes doentes. Esta abordagem pode ainda ajudar a proteger profissionais e Equipamento Proteção Individual, bem como limitar a exposição a outros profissionais de saúde e locais.

Assim, é possível concluir que a POCUS pleuropulmonar associada à ferramenta de quantificação LUS pode apoiar a triagem, diagnóstico e avaliação prognóstica em doentes com Covid-19 e, portanto, diminuir o tempo de espera para tomada de decisões clínicas e auxiliar na orientação do doente, dos cuidados e da terapêutica. Pode ser usado nos serviços de urgência, mas também nas enfermarias e Unidade de Cuidados Intensivos. Mais estudos e pesquisas são necessários para continuar a definir o papel da POCUS pleuropulmonar na Covid-19. Mas uma coisa é certa: a POCUS pleuropulmonar veio para ficar.

Palavras-chave

Ecografia; *point-of-care*; POCUS; protocolo pleuropulmonar; Covid-19.

Abstract

Introduction: Ultrasound is a diagnostic method considered safe, inexpensive, easy, and quick to access, and point-of-care ultrasound (POCUS) is a concept that has been widely implemented in clinical practice.

SARS-CoV-2 pandemic brought new challenges and barriers to overcome, such as social distancing, the need to create new hospital infrastructure and triage systems. To this end, it led to technological and scientific development, achieved through investigations and studies which allowed a great evolution and discovery of new diagnostic and therapeutic methods, as well as improvement of existing protocols.

Due to its efficiency and considered innocuity, POCUS was quickly implemented as a diagnostic and control method in patients with Covid-19 in several countries such as China, the United States of America, Germany, among others.

Reviewing the existing scientific literature to date, this work aims to contextualize the concept of POCUS in the Covid-19 pandemic era and explore the state of the art of pleuropulmonary protocols implemented in the main countries that developed and adapted this method during the pandemic.

Goal: To identify in the literature point-of-care pleuropulmonary ultrasound protocols developed as a method of diagnosis and control of patients with Covid-19.

Methods: Bibliographic search of scientific articles in scientific databases, such as PubMed, with the following keyword combinations: "Point-of-care Ultrasonography OR POCUS OR Point-of-Care Ultrasound" AND "Pandemic OR COVID-19 OR SARS-CoV-2 OR coronavirus" AND "Pleuropulmonary protocol OR pulmonary protocol". After the search, specific inclusion and exclusion criteria were applied and the implemented protocols were analyzed, and the results found were synthesized. Articles considered relevant were also included, given by supervisors, or taken from bibliographic references of articles that resulted from the research, provided they meet the inclusion and exclusion criteria, and were relevant to this review.

Results and Conclusions: Pleuropulmonary POCUS is an easily accessible tool for clinicians and should be considered as an extension of the physical examination. It is a user-dependent error, with the quality of ultrasound being dependent on the operator's

knowledge and skills. The identification of pleuropulmonary patterns indicative of Covid-19 disease made POCUS a valuable diagnostic and monitoring tool, being an excellent predictor of prognosis. These changes can be quantified using the Lung Ultrasound Score (LUS) tool, which can stratify the risk of these patients. This approach can also help protect clinicians and Personal Protective Equipment, as well as limit exposure to other healthcare workers and locations.

Thus, it is possible to conclude that pleuropulmonary POCUS associated with the LUS quantification tool can support screening, diagnosis and prognostic evaluation in patients with Covid-19 and, therefore, decrease the waiting time for clinical decision-making and assist in patient orientation, care and treatment. It can be used in emergency department, but also in hospital wards and Intensive Care Units. More studies and research are needed to continue to define the role of pleuropulmonary POCUS in Covid-19. But one thing is certain: pleuropulmonary POCUS has come to stay.

Keywords

Ultrasound; point-of-care; POCUS; pleuropulmonar protocol; Covid-19.

Índice

Dedicatória.....	v
Agradecimentos	vii
Resumo	ix
Abstract.....	xi
Índice	xiii
Lista de Figuras.....	xv
Lista de Tabelas	xvii
Lista de Gráficos	xix
Lista de Acrónimos	xxi
1. Introdução	1
2. Materiais e métodos.....	3
3. A Ecografia.....	5
3.1. Definições e Conceitos	5
3.2 Ecografia convencional	7
3.3. Ecografia point-of-care (POCUS).....	7
3.4. Utilização e adequação	9
3.5. Segurança	10
3.6. Vantagens e limitações.....	11
3.7. Ecografia convencional vs. POCUS	13
4. Pandemia COVID-19.....	15
4.1 Início e evolução	15
4.2 Sinais e Sintomas	18
4.3 Transmissão	20
4.4 Diagnóstico	22
4.5 Terapêutica.....	23
4.6 Prevenção	24
5. A Ecografia Point-of-Care: aplicação na pandemia Covid-19.....	27
5.1 Comparação com outros métodos de imagem.....	27
5.2 Protocolos ecográficos utilizados	30
5.3 Sinais ecográficos pleuropulmonares normais	41
5.4 Alterações de significado patológico	43
5.5 Evolução e potencialidades	48
5.6 Proteção e Segurança	48
6. As perspetivas da Ecografia Point-of-Care	51
6.1. Realidade nacional	51
6.2. Perspetivas futuras.....	52
7. Conclusão	53
Bibliografia	57

Lista de Figuras

Figura 1.	Transdutores utilizados para aquisição de imagem ecográfica. a. Transdutor linear; b. Transdutor curvilíneo; c. Transdutor setorial.	6
Figura 2.	Esquema representativo da marcha diagnóstica na ecografia convencional.	7
Figura 3.	Esquema representativo da marcha diagnóstica do POCUS como 5º pilar do exame objetivo.	8
Figura 4.	Infeção do hospedeiro pelo coronavírus.	21
Figura 5.	Protocolo utilizado no estudo de <i>Soldati et al.</i> , realizado em Itália.	31
Figura 6.	Protocolo DLETE, utilizado no estudo de <i>Fox e Dugar</i> , realizado nos EUA.	31
Figura 7.	Protocolo utilizado no estudo de <i>Giraldi et al.</i> , realizado no Brasil.	32
Figura 8.	Protocolo utilizado no estudo de <i>Kiamanesh et al.</i> , realizado no Canadá.	32
Figura 9.	Protocolo POCUS ASE, recomendado pela <i>American Society of Echocardiography</i> .	33
Figura 10.	Protocolo utilizado no estudo de <i>Duggan et al.</i> , realizado nos EUA.	34
Figura 11.	Protocolo utilizado no estudo de <i>Manivel et al.</i> , realizado na Austrália e Nova Zelândia.	34
Figura 12.	Protocolo utilizado no estudo de <i>Ji et al.</i> , realizado na China.	35
Figura 13.	Protocolo M-BLUE, proposto por <i>Xue et al.</i> num estudo realizado na China.	37
Figura 14.	Protocolo utilizado no estudo de <i>Lerchbaumer et al.</i> , realizado na Alemanha.	37
Figura 15.	Adaptação do protocolo CLUE utilizado no estudo de <i>Stecher et al.</i> , realizado na Alemanha.	38
Figura 16.	Linhas de reverberação – Linhas A.	42
Figura 17.	a. Sinal do Morcego – Modo-B; b. Sinal de Seashore – Modo-M.	42

Figura 18.	a. 1-2 Linhas B; b. >2 Linhas B, Pleura irregular; c. <i>Light beam</i> ; Consolidação subpleural <1cm; d. Consolidação subpleural >1cm com broncograma aéreo e vascularização.	44
Figura 19.	Protocolo CLUE.	45
Figura 20.	Equipamento de Proteção Individual (EPI). Adaptado de CDC.	49

Lista de Tabelas

Tabela 1.	Comparação entre a Ecografia Convencional e a POCUS.	13
Tabela 2.	Dados retirados dos relatórios de situação atual epidemiológica da DGS dos dias 1 janeiro 2021 e 1 de janeiro de 2022.	16
Tabela 3.	Classificação OMS da gravidade clínica da Covid-19.	19
Tabela 4.	Achados imagiológicos na TC torácica na pneumonia por COVID-19.	28
Tabela 5.	Comparação dos achados imagiológicos na Radiografia de tórax, TC torácica, RM torácica e na POCUS pleuropulmonar nos doentes COVID-19.	30
Tabela 6.	Protocolo POCUS ASE, recomendado pela <i>American Society of Echocardiography</i> .	33
Tabela 7.	Protocolos pleuropulmonares.	39-40
Tabela 8.	LUS: <i>Lung ultrasound Score</i> : 1-7 – envolvimento leve; 8-18 – moderado; 19-36 – grave.	46
Tabela 9.	Protocolo CLUE.	46
Tabela 10.	LUS: Diferença de score entre os grupos de sobreviventes e de mortalidade, e entre as apresentações de doença leve/ moderado, grave e crítico.	47

Lista de Gráficos

Gráfico 1. Número de novos casos diários de Covid-19 em Portugal	17
Gráfico 2. Número de novos óbitos diários por Covid-19 em Portugal	17
Gráfico 3. Percentagem da população vacinada contra o SARS-CoV-2 em Portugal	17
Gráfico 4. Número de testes à Covid-19 realizados diariamente em Portugal	17

Lista de Acrónimos

2019-nCov	Novo coronavírus de 2019
ALT	Alanina aminotransferase
aPTT	Tempo de tromboplastina parcial ativada
ARDS	Síndrome de Dificuldade Respiratória Aguda
AS	Autoridades de Saúde
ASE	<i>American Society of Echocardiography</i>
AST	Aspartato aminotransferase
BUN	Urémia nitrogenada
CDC	<i>Centers for Disease Control and Prevention (USA)</i>
CK	Creatina quinase
DGS	Direção-Geral da Saúde
E	Especificidade
ECA2	Enzima conversora da angiotensina 2
EPI	Equipamentos de Proteção Individual
HDL-c	Colesterol de alta densidade
IA	Inteligência Artificial
IL-6	Interleucina-6
LDH	Lactato desidrogenase
LUS	<i>Lung Ultrasound Score</i>
MERS	Síndrome respiratória do Médio Oriente
MHz	Megahertz
OMS	Organização Mundial de Saúde
PCR	Proteína C-reativa
POCUS	Point-of-care Ultrasound
PZT	Cristal de titanato-zirconato de chumbo
RM	Ressonância Magnética
RNA	Ácido ribonucleico
RT-PCR	Transcrição reversa seguida de reação em cadeia da polimerase
S	Sensibilidade
SARS	Síndrome Respiratório Agudo Grave
SARS-CoV-2	Síndrome Respiratório Agudo Grave por Coronavírus 2
SNS	Serviço Nacional de Saúde
SNS24	Centro de Contacto do Serviço Nacional de Saúde
SU	Serviço de Urgência

TAAN	Testes Moleculares de Amplificação de Ácidos Nucleicos
TC	Tomografia Computorizada
TRAg	Testes Rápidos de Antígeno
UCI	Unidade de Cuidados Intensivos
VCI	Veia Cava Inferior

1. Introdução

A ecografia é um método de diagnóstico considerado seguro, de baixo custo, de fácil e rápido acesso, e permite uma excelente diferenciação dos vários tipos de tecido, com a vantagem de não utilizar radiação ionizante.(1)

A ecografia *point-of-care*, vulgarmente conhecida como POCUS, é um conceito que tem vindo a ser amplamente implementado na prática clínica, e tem por base a realização e interpretação da ecografia à cabeceira do doente pelo médico, como extensão do exame objetivo. Permitindo a correlação imediata dos sinais e sintomas do doente com os achados ecográficos, a **insonação** foi adicionada como 5º pilar do exame objetivo, complementando a prática clássica da inspeção, auscultação, percussão e palpação.(2,3)

Em Dezembro de 2019 um surto de pneumonia de origem desconhecida ocorreu em Wuhan, na China. Este surto foi estudado e foi determinada a origem do foco no mercado de marisco de Huanan, tendo sido oficialmente denominada pela Organização Mundial da Saúde (OMS), a 12 de Fevereiro de 2020, como Coronavírus 2019 (Covid-19).(4)

Como a maioria dos doentes com Covid-19 sintomática apresenta pneumonia e padrões característicos na imagem de Tomografia Computorizada (TC) torácica, os exames imagiológicos tornaram-se essenciais no diagnóstico precoce e na avaliação no decurso da doença.(5) Alguns dos achados imagiológicos observáveis na TC são regiões irregulares de opacidades em vidro despolido, com consolidações geralmente periféricas e predominância nos lobos inferiores. No decorrer da evolução da doença, num estadio mais avançado, podem estar presentes zonas de consolidação em padrão *crazy paving*.(5-7)

A POCUS pleuropulmonar não expõe o doente à radiação e minimiza o risco de contaminação, tornou-se uma alternativa segura de imagem pela particularidade de o exame ocorrer dentro do local confinado. Os achados ecográficos da POCUS demonstraram alta sensibilidade e exatidão diagnóstica, comparáveis aos da TC torácica.(8)

Foi determinado que a ecografia é superior na demonstração de menores lesões peripulmonares e derrames pleurais. Também a visualização dinâmica das imagens em tempo real demonstrou ser vantajosa na distinção de lesões intersticiais e na visualização do vascularização e angiogénese de lesões inflamatórias.(8)

Este estudo pretende responder à questão central: Que protocolos de ecografia *point-of-care* pleuropulmonar dirigidos a doentes com Covid-19 foram desenvolvidos durante a pandemia?

2. Materiais e métodos

A presente revisão foi realizada através de pesquisa bibliográfica em bases de dados científicas, e análise de artigos após a sua seleção, tendo como objetivo principal identificar na literatura estudos sobre o desenvolvimento e aplicação protocolos pleuropulmonares de ecografia *point-of-care* em doentes Covid-19 e analisar esses mesmo protocolos. Esta pesquisa foi realizada entre os meses de agosto de 2021 e março de 2022, e foram selecionados artigos sem restrições relativamente à sua data de publicação, e foram analisados artigos em inglês e em português.

Como critério de seleção de fontes selecionaram-se artigos disponíveis via web, em bases de dados científicas fidedignas como *PubMed* e *Scielo*. Também foram incluídos trabalhos de outras fontes, como artigos fornecidos pelos orientadores e artigos consultados através de referências de outros artigos, desde que fossem considerados pertinentes e cumprissem os requisitos de seleção da revisão.

Como método de pesquisa nas fontes, foram aplicadas as palavras-chave nas redes de busca selecionadas "*Point-of-care Ultrasonography OR POCUS OR Point-of-Care Ultrasound*" AND "*Pandemic OR COVID-19 OR SARS-CoV-2 OR coronavirus*" AND "*Pleuropulmonar protocol OR pulmonar protocol OR lung protocol*".

Os trabalhos que resultaram dessa pesquisa foram submetidos a uma pré-avaliação através de uma leitura dos títulos e os respetivos resumos, que teve por base a inclusão das palavras-chave mencionadas e a sua pertinência. Foram incluídos trabalhos publicados e disponibilizados na íntegra em bases de dados científicas, estudos aceites pela comunidade científica e estudos sobre a aplicação e/ou eficácia da POCUS pleuropulmonar em doentes com Covid-19.

Como critérios de exclusão foram aplicados estudos que não estivessem disponíveis na íntegra nas bases de dados científicas pesquisadas, estudos que não foram publicados na língua inglesa ou portuguesa, estudos que não tinham como objeto ou que não refiram o protocolo pleuropulmonar utilizado, assim como estudos com implementação de protocolos idênticos de POCUS pleuropulmonar em doentes com Covid-19.

Desses, foram selecionados artigos para leitura completa, igualmente segundo os critérios de inclusão e exclusão mencionados.

Foi utilizado o programa *Microsoft Word*[®] para escrever esta dissertação. A referência bibliográfica foi organizada e formatada segundo o estilo Vancouver, utilizando a ferramenta *Mendeley*[®].

3. A Ecografia

A ecografia é um método de imagem que utiliza ultrassons para obter imagens anatômicas e funcionais. É de aparente inocuidade, de fácil e rápido acesso e é utilizada como método complementar de diagnóstico.

3.1. Definições e Conceitos

Jacques e Pierre Currie foram os primeiros a descobrir a piezoeletricidade em 1877. Esta é definida pela capacidade de alguns materiais, como substâncias cristalinas, se tornarem eletricamente polarizados quando sujeitos a pressão mecânica. Se a vibração coincidir com a frequência do material, produzir-se-á uma onda sonora, sendo este o princípio de geração dos ultrassons. Este fenómeno também acontece no sentido inverso, produzindo-se eletricidade quando a onda sonora atinge o cristal piezoelétrico.(9)

Desenvolvida após a tragédia do Titanic para deteção de estruturas submersas através de tecnologia sonar, a ecografia foi introduzida na medicina pelo Obstetra Ian Donald em 1956 e rapidamente foi adotada nos vários campos da medicina. Nos anos 60 foi desenvolvido o B-mode, nos anos 70 a visualização em tempo real das estruturas, nos anos 80 o efeito Doppler, e nos anos 90 a ecografia tridimensional.(10,11)

Nas últimas décadas, o desenvolvimento tecnológico permitiu que estes equipamentos se tornassem cada vez mais acessíveis, portáteis e com melhor qualidade, tendo sido este método de imagem adotado por variadas especialidades médicas.(2)

Para a realização de ecografia diagnóstica são utilizados transdutores com cristais piezoelétricos. Estes cristais podem produzir ondas de som em frequências superiores ao que o ouvido humano é capaz de perceber, na gama dos 2-18 megahertz (MHz). Existem vários tipos de cristais, mas o mais comum é o composto cerâmico ferroelétrico artificial, o titanato-zirconato de chumbo (PZT).(12)

Quanto maior a frequência do ultrassom, menor será o comprimento de onda. Quando direcionado a estruturas, o ultrassom com maior frequência perderá mais energia através da transmissão, reflexão e rarefação, traduzindo-se num menor alcance de profundidade. Quando utilizados transdutores de maior frequência, é notório que a diminuição do alcance é compensada pela obtenção de informação mais clara e com maior detalhe das estruturas de pouca profundidade.(9)

Quanto menor a frequência, maior será o comprimento de onda do ultrassom, e proporcionalmente a capacidade de estudo de estruturas mais profundas será maior. A escolha do transdutor ecográfico a ser utilizado num exame é ditada por estes pressupostos.(9)

Existem fundamentalmente três tipos de transdutores para obter imagens em duas dimensões, com matriz dos cristais piezoelétricos distintas: linear, convexo e setorial (Figura 1).(1,13)

O transdutor linear obtém uma imagem retangular, e a matriz de cristais – área de contacto do transdutor - por vezes tem de ser de grandes dimensões de modo a ser possível obter uma imagem da região de interesse.(1,13)

No transdutor convexo, ou curvilíneo, os cristais estão organizados de maneira a obter uma maior área de imagem, com menor área de matriz.(1,13)

No entanto, tanto o transdutor linear como convexo podem ser demasiado volumosos, por exemplo, para estudos cardíacos, por estes terem de ser realizados nos espaços intercostais. Utilizado na ecocardiografia, o transdutor setorial tem cristais que têm a dupla capacidade de receber e emitir ultrassons, permitindo adquirir imagens através de uma matriz e janela de estudo menores.(1,13)

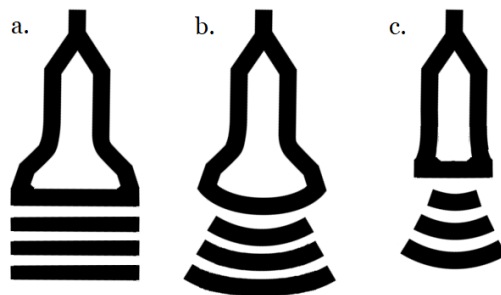


Figura 1. Transdutores utilizados para aquisição de imagem ecográfica. a. Transdutor linear; b. Transdutor curvilíneo; c. Transdutor setorial.(13)

A imagem ecográfica é a tradução elétrica dos ultrassons que regressaram ao transdutor após terem sido emitidos pelos cristais e refletidos nas estruturas em estudo. Verifica-se que cada ponto no ecrã é um ultrassom que regressou ao transdutor, cada um com energias diferentes após ter sofrido atenuação, refração e reflexão pelas estruturas. Após este processo é observada a impedância acústica de cada objeto apresentado no ecrã.(14) A ecogenicidade das várias estruturas que observamos tem tradução clínica ao serem hiper, iso ou hipoecogénicas, ou seja, os ultrassons mais, igual ou menos refletidos. As

estruturas representadas na parte inferior da imagem ecográfica são a tradução dos ultrassom que alcançaram maior profundidade.(2)

3.2 Ecografia convencional

A ecografia é um método de imagem de aparente inocuidade, fácil e rápido acesso, tendo indicação clínica de primeira linha em diversas modalidades e situações. A ecografia convencional está implementada em diversas especialidades e é utilizada como método complementar de diagnóstico. Por norma, engloba o agendamento do exame e a deslocação de um doente a um serviço especializado de imagiologia, onde é feita uma avaliação dirigida à região ou órgão em estudo. Estas imagens podem ser guardadas para consulta posterior, e o exame é concluído com um laudo completo composto pelo médico radiologista que as interpreta, para posterior consulta e decisão clínica pela médico assistente.(15)

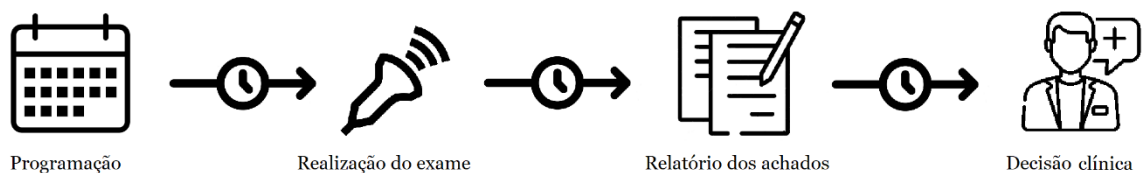


Figura 2. Esquema representativo da marcha diagnóstica na ecografia convencional.

3.3. Ecografia point-of-care (POCUS)

A ecografia *point-of-care* (POCUS) é um conceito que envolve a realização e interpretação em simultâneo da ecografia à cabeceira pelo médico. Por norma é realizado como uma extensão do exame objetivo, permitindo a correlação imediata dos sinais e sintomas do doente com os achados imagiológicos.(2)

Os quatro pilares do exame objetivo clássico são a inspeção, auscultação, percussão e palpação. Através da evolução tecnológica, Narula *et al.* sugeriu que a POCUS deve ser adicionada como quinto pilar – a **insonação** - à base que constitui o exame objetivo. A precisão diagnóstica é reforçada com o enriquecimento desta prática tradicional, sendo uma extensão da mesma, e não um substituto, tal como um estetoscópio pertence à auscultação, o transdutor pertence à insonação.(3)

Com a evolução tecnológica, a utilização de ecógrafos portáteis tornou-se uma realidade implementada pelas várias valências médicas. A POCUS não tem como objetivo

substituir a ecografia convencional, mas sim permitir ampliar a acessibilidade desta modalidade, de modo a ser possível uma tomada de decisões clínicas mais rápida.(2)

Na realidade, a POCUS é utilizada tanto em contexto procedimental como em contexto de diagnóstico, tendo propósitos específicos, como responder diretamente a certas necessidades, como por exemplo dirigir corretamente uma agulha para a localização pretendida; ou responder a questões pontuais, nomeadamente saber se o doente avaliado tem ascite. Para fins diagnósticos, complementares ao exame objetivo, a POCUS poderá ser realizada por clínicos habilitados ou por imagiologistas. Para a sua realização, um conjunto de fatores juntam-se e complementam-se para habilitar um clínico à sua realização: conhecimento do funcionamento dos ecógrafos, experiência clínica, integração completa na prática clínica e seguimento de doentes. Em contextos clínicos como a hipotensão, dispneia ou toracalgia, a POCUS pode mesmo integrar os protocolos de diagnóstico e de intervenção terapêutica.(15)

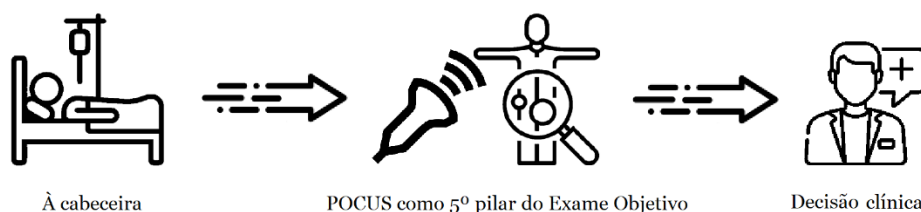


Figura 3. Esquema representativo da marcha diagnóstica do POCUS como 5º pilar do exame objetivo.

Na prática clínica, a POCUS pode ser utilizada:(16)

- 1) **Observação clínica:** É possível dirigir a marcha diagnóstica e terapêutica, assim como selecionar os doentes indicados para posterior investigação especializada, com base na história clínica e exame objetivo do utente. É possível diminuir o tempo de diagnóstico e de instituição terapêutica através da POCUS, reduzindo assim a segmentação dos cuidados e dos prestadores, assim como do consumo de outros recursos.
- 2) **Orientação de procedimentos invasivos:** Os procedimentos assistidos por POCUS demonstraram reduzir a incidência de complicações e aumentar a probabilidade de serem bem-sucedidos. A ecografia pode apoiar diversos atos médicos como cateterismo vascular, punção lombar, pericardiocentese, toracocentese, paracentese e artrocentese.
- 3) **Monitorização:** A evolução clínica e resposta às terapêuticas instituídas podem ser controlados através da realização de exames seriados.

- 4) **Ressuscitação:** Identifica causas de paragem cardiorrespiratória que requeiram instituição de procedimentos ou terapêutica emergente (como tamponamento cardíaco, por exemplo).
- 5) **Vigilância:** A POCUS, realizada à cabeceira do doente, é um exame potencialmente benéfico na vigilância ou mesmo triagem de inúmeras patologias, pois é um exame não invasivo e não expõe o doente a radiação ionizante.

3.4. Utilização e adequação

A utilização da POCUS torna o exame num diálogo entre partes, o doente e o clínico, ao passar a considerar o utente como um todo, e não apenas como objeto de estudo.

Torres-Macho e o Grupo de trabalhos de ecografia EFIM estabeleceram as competências imprescindíveis para a realização da POCUS e identificação de situações com necessidade de referenciação para exames complementares específicos de especialidade. Os critérios definidos como competências fundamentais no exercício da POCUS foram as seguintes:(17)

- › A ecografia é uma ferramenta complementar à história clínica e exame físico;
- › Deve-se utilizar uma avaliação clínica binária (*i.e.* Sim/ não; Presente/ ausente; Bom/ mau);
- › Deve-se avaliar qualitativamente (ou seja, por observação);
- › Dever haver necessidade de treinos curtos (poucas horas de treino para atingir a competência, curva de aprendizagem rápida e necessidade de volume relativamente baixo de prática para manter a competência);
- › Deve ser baseado em evidência científica;
- › Devem ser cumpridos todos os pontos do currículo determinado.

Foram desenvolvidos protocolos para serem utilizados em diversos contextos clínicos e especialidades médicas. Alguns exemplos são:(15,18,19)

- › *eFAST (extended focused assessment with sonography in trauma)* – trauma;
- › *BLUE (Bedside Lung Ultrasound in Emergency)* e *RADiUS (Rapid Assessment of Dyspnea with Ultrasound)* – dispneia;
- › *CLUE (Cardiopulmonary Limited Ultrasound Examination)* – estudo rápido e sistemático cardio-pulmonar;
- › *RUSH (Rapid Ultrasound in Shock)* – choque;
- › *FEEL (Focused Echocardiography in Emergency Life support)* e *FATE (Focus assessed transthoracic echocardiography)* – assistolia;

- › *PEARLS (Parasternal, Epigastric, Anterior Lung [and/or Apical], Right upper quadrant, Left upper quadrant, and Suprapubic)* – rotina geral sumarizada a utilizar em cuidados primários e em internamento.

3.5. Segurança

A ecografia mantém-se dos mais rápidos e acessíveis meios complementares de diagnóstico de imagem, estando em rápida evolução devido ao seu baixo custo, observação em tempo real, acessibilidade e aparente inocuidade. Não foi determinada nenhuma relação casuística entre a aplicação clínica da ecografia e efeitos biológicos nos utentes ou nos operadores.(20)

Quando utilizada apropriadamente, a ecografia é uma modalidade de imagem com perfil extremamente seguro, apesar dos ultrassons poderem produzir efeitos físicos, que deverão ser considerados como parte da avaliação do risco-benefício, tal como qualquer outro procedimento médico.(20)

Seguindo as guidelines de entidades responsáveis, como a *British Medical Ultrasound Society* (BMUS), a *European Federation of Societies for Ultrasound in Medicine and Biology* (EFSUMB) e a *World Federation of Ultrasound in Medicine and Biology* (WFUMB), os exames desta modalidade são considerados seguros.(21)

Conlon et al. determinou que a avaliação do risco é um processo baseado na prevenção que inclui a tecnologia, o clínico e o contexto em que os cuidados médicos são disponibilizados.(22)

A interação entre os ultrassons e os tecidos ocorre principalmente de duas formas: reação mecânica, consequente da oscilação entre pressões positivas e negativas; e reação térmica, que resulta da absorção da energia da onda sonora pelos tecidos à medida que estes são atravessados.(20)

A energia do ultrassom é perdida através da atenuação exercida pelos tecidos, o que gera impossibilidade de alcançar estruturas mais profundas, e assim, a sua visualização. Resulta da difusão e absorção de energia pelos tecidos atravessados.(20)

A exposição a ultrassons deve seguir o princípio ALARA, que se define como – *As Low As Reasonably Achievable* - tão baixo quanto possível de alcançar. Para isso, os utilizadores da ecografia devem ser treinados e estar familiarizados com o equipamento e respetivos comandos que controlam a exposição do utente aos ultrassons.(20)

3.6. Vantagens e limitações

As vantagens da ecografia são múltiplas, como a resolução de imagem e definição da anatomia, permite a visualização da imagem em tempo real, possibilitando o diagnóstico imediato, a ampla disponibilidade de equipamentos ecográficos e a existência de técnicas práticas de baixa complexidade que têm uma vasta gama de aplicações.(15)

A imagem ecográfica aumenta a segurança do doente e o desempenho procedimental do clínico, apresenta novos dados clínicos, acelera e modifica o atendimento médico e poderá melhorar o prognóstico. Baseado em sinais indiretos de doença, a POCUS complementa o exame objetivo e aumenta a segurança na tomada de decisões clínicas e instituição de terapêutica, assim como melhora a gestão de recursos e aprimora o contacto com o doente.(22)

Todas estas características são ideais para a tomada de decisões na avaliação clínica recorrendo à POCUS. A ecografia tem substancialmente menos custos do que modalidades de imagem como a Ressonância Magnética (RM) e a TC. Além disso, por estar disponível em formatos compactos, pode ser usado em praticamente qualquer área onde o tratamento médico é dado, incluindo voos espaciais, que apresentam restrições de tamanho e peso. No entanto, a ecografia é mais dependente do operador do que outras modalidades de imagem, o que tem consequências na educação e no treino dos utilizadores.(15,22)

A POCUS ajuda a visualizar a anatomia e a detetar possíveis alterações, de forma a complementar a capacidade clínica de diagnóstico. É utilizada em ambiente clínico claramente definido, à cabeceira, e a capacidade de utilização é geralmente adquirida em treinos de curto prazo.

Nos últimos anos houve uma expansão da implementação da POCUS em muitas especialidades, em parte devido à qualidade de imagem que tem melhorado significativamente, e ao pequeno tamanho dos equipamentos modernos. Pode-se fazer um paralelismo da acessibilidade entre a sua utilização à cabeceira e a utilização de um estetoscópio tradicional na avaliação dos doentes. Além disso, há cada vez maior evidência científica de que a POCUS pode melhorar a precisão diagnóstica, fornecer informações prognósticas para tratamento e monitorizar doentes durante o acompanhamento.(17)

É importante salientar que a POCUS não substitui exames abrangentes realizados em salas de radiologia ou laboratórios de imagens cardíacas. A POCUS é útil em muitos

cenários clínicos, incluindo enfermarias de hospitais, ambulatório e salas de emergência.(17)

Efeitos biológicos térmicos, cavitação inercial e não inercial são todos problemas de segurança relacionados com a utilização da ecografia. Embora lactentes e doentes pediátricos possam correr maior risco de lesão não térmica do que adultos, não existe nenhum estudo que comprove o perigo real em humanos.(22)

Se não for mantido de forma adequada, o próprio equipamento pode causar lesões desnecessárias aos doentes. Os transdutores podem entrar em contato com fluidos corporais contaminados, apresentando risco de transmissão cruzada de organismos patogênicos.(22)

Por fim, as capacidades da máquina podem ser afetadas pela idade e manutenção, assim como qualquer outro dispositivo. A qualidade da imagem pode ser afetada pelo envelhecimento dos cristais do transdutor e pelas taxas de processamento de imagem mais lentas.(22)

Em doentes obesos, a qualidade da imagem ecográfica pode sofrer degradação, derivada dos fenómenos de atenuação, dispersão e degradação inerentes ao ultrassom. A impedância acústica dos tecidos influencia a propagação dos ultrassons, e o ar, osso e metal impedem a transmissão das ondas sonoras. Assim, é essencial ter em consideração que as janelas ecográficas utilizadas poderão limitar o uso desta tecnologia ao restringirem o campo de visão.(16) O risco mais significativo associado ao uso da ecografia advém dos próprios utilizadores, devemos reconhecer o potencial de erro e dano consequente de lapsos dependentes do operador.(22)

A evolução tecnológica permitiu a diminuição do tamanho destes equipamentos, tornando-os cada vez mais portáteis, e consequentemente, acessíveis à utilização à cabeceira do doente. No entanto, a diminuição sucessiva dos ecrãs e menor variedade de transdutores e simplificação dos softwares desta tecnologia poderão afetar a qualidade ecográfica e gerar limitações na realização de exames.(23)



3.7. Ecografia convencional vs. POCUS

Ao contrário do que se encontra ao alcance do exame ecográfico convencional, a POCUS permite ao clínico uma integração e interpretação holística dos achados ao combinar a ecografia com a história clínica e o exame objetivo. (3)

Muitas vezes, um exame ao não ser realizado pelo médico assistente, mas sim por outro médico não encarregue diretamente do doente, como Radiologistas, Cardiologistas ou Ginecologistas-Obstetras, poderá não permitir a compreensão completa do motivo da realização do exame. Nesta modalidade convencional, é o doente que se desloca até ao médico para realização do estudo, ao contrário da POCUS, que é o clínico que desloca até junto do doente.(3)

Este método à cabeceira permite a realização de imagens captadas instantaneamente, de forma dinâmica e em tempo real, ao invés da aquisição, armazenamento e análise à posteriori, possibilitando uma diminuição do espaço temporal desde a realização, interpretação, comunicação dos resultados e decisão terapêutica ou realização de procedimentos.(3)

Tabela 1. Comparação entre a Ecografia Convencional e a POCUS.

	Ecografia Convencional	POCUS
Contexto	Espaço do médico que realiza o exame – gabinete de imagiologia, por exemplo	À cabeceira do doente
Utilizador	Imagiologista	Médico Assistente
Equipamento	Ecógrafos de grandes dimensões	Ecógrafos portáteis ou de bolso
Objetivo	Estudo detalhado de um órgão	Estudo integrado e com resposta objetiva
Representação esquemática		

4. Pandemia COVID-19

4.1 Início e evolução

A 31 de dezembro de 2019 foi reportado ao escritório chinês da OMS um surto de pneumonia de etiologia desconhecida. Através de estudo epidemiológico foram associados a um mercado de marisco na cidade de Wuhan, na China.(24)

A 7 de janeiro de 2020, após isolamento e análise genómica de células epiteliais do trato respiratório infetadas, foi determinado haver relação desta doença com o coronavírus, causador da síndrome respiratória aguda grave (SARS), e assim foi nomeada Síndrome Respiratória Aguda Grave causada pelo Coronavírus 2 (SARS-CoV-2). A 10 de janeiro é registado o primeiro morto - um homem de 61 anos, frequentador do mercado de Wuhan.(4)

A 15 de janeiro somavam-se um total de 278 casos a nível mundial e 60 mortes, todos epidemiologicamente relacionados com o surto com origem em Wuhan, na China.(24) A 24 de janeiro são reportados os primeiros dois casos na Europa, em França.(25)

A 2 de março são confirmados os dois primeiros casos em Portugal, e a 3 de março mundialmente já são contabilizados mais de 91.000 infetados e 3.000 mortos.(26) A 11 de março a OMS passa a considerar a Covid-19 como pandemia mundial.(27). A 16 de março é anunciada a primeira morte por infeção por SARS-CoV-2 em Portugal e a 18 de março é decretado o estado de emergência, que contempla o confinamento obrigatório e restrições à circulação na via pública.(28)

A 4 de abril são superados 1 milhão de casos de infeção e 55.000 mortes a nível mundial. São divulgados guias técnicos de recomendação de acesso universal a higienização das mãos.(29) A 14 de abril é divulgada na informação 009/2020 da Direção-Geral da Saúde (DGS) a obrigatoriedade do “ uso de máscaras por todas as pessoas que permaneçam em espaços interiores fechados com múltiplas pessoas, como medida de proteção adicional ao distanciamento social, à higiene das mãos e à etiqueta respiratória”.

A 2 de dezembro a Ministra da Saúde comunica a aquisição de mais de 22 milhões de doses de vacinas contra o novo coronavírus, que serão gratuitas e optativas para a população. A 3 de dezembro o plano de vacinação é apresentado, no qual os grupos prioritários são as pessoas com mais de 50 anos com patologias associadas, residentes e trabalhadores em lares, e profissionais de saúde e de serviços essenciais. A 27 de dezembro é iniciado o plano nacional de vacinação no Hospital de São João, no Porto.

A 16 de janeiro de 2021 os hospitais portugueses anunciam estar no limite de capacidade de resposta à pandemia, sendo a região de Lisboa a mais preocupante. A 18 de janeiro Portugal é o país com maior número de novos casos de infeção pelo novo coronavírus por milhão de habitantes a nível mundial. A 28 e novamente a 31 de janeiro Portugal bate os valores máximos de mortes por Covid-19 num só dia, totalizando 303 mortos em cada dia.

A 19 de fevereiro, o Instituto Nacional de Estatística divulga que entre o fim de janeiro e o princípio de Fevereiro de 2021, mais de 40% das mortes foram devido à Covid-19. A 13 de março passa a ser possível adquirir testes rápidos de deteção de antigénio em farmácias e locais de venda de medicamentos não sujeitos a receita médica.

A 25 de novembro, a vacina Pfizer é aprovada para maiores de 5 anos. A 1 de janeiro de 2022 totalizaram-se 1.412.936 casos confirmados de Covid-19, 18.976 óbitos, estando 88,6% da população totalmente vacinada, 89,4% que receberam pelo menos 1 dose.

Até à data da redação desta monografia, 27 de janeiro de 2022 marca o dia com maior número desde o início da pandemia, com 65.706 novos casos. No entanto, o dia 28 e 31 de janeiro de 2021 mantiveram-se como os dias com maior número de mortes, com 303 óbitos.

Tabela 2. Dados retirados dos relatórios de situação atual epidemiológica da DGS dos dias 1 janeiro 2021 e 1 de janeiro de 2022.

	1 jan 2021	1 jan 2022	Variação
Casos cumulativos	420.629	1.412.936	▲ 992.307 (336%)
Novos casos	6.951	23.290	▲ 16.339 (335%)
Casos ativos	74.989	196.223	▲ 121.234 (262%)
Óbitos cumulativos	6.972	18.976	▲ 12.004 (272%)
Novos óbitos	66	21	▼ -45 (32%)
Internados	2.806	1.023	▼ -1.783 (36%)
Internados UCI	483	142	▼ -341 (29%)
Índice transmissibilidade R(t)	1,23	1,36	▲ 0,13 (110%)
Pop parcialmente vacinada	32.749 (0,32%)	9.180.041 (88,71%)	▲ 9.147.292 (88,39%)
Pop totalmente vacinada	0	9.103.550 (87,97%)	▲ 9.103.550 (87,97%)
Pop 1 dose reforço	-	2.869.878 (27,73%)	-

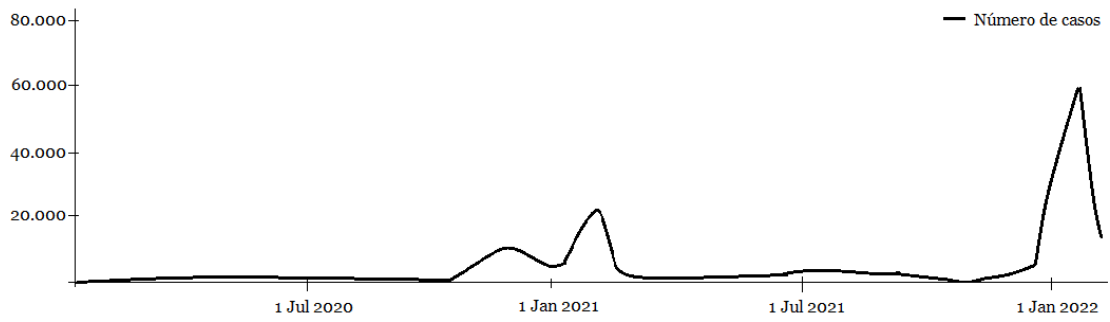


Gráfico 1. Número de novos casos diários de Covid-19 em Portugal

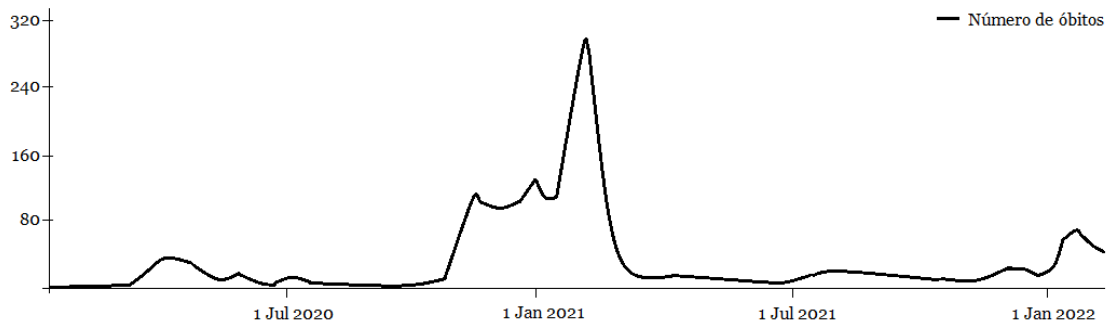


Gráfico 2. Número de novos óbitos diários por Covid-19 em Portugal

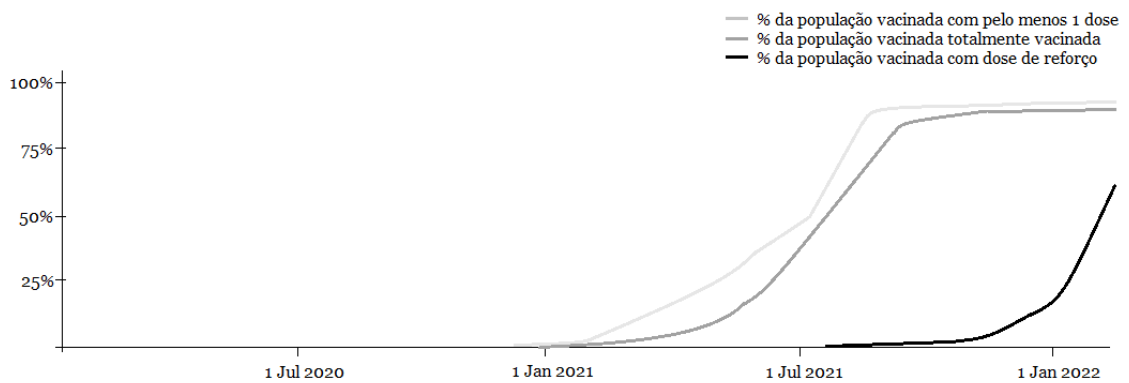


Gráfico 3. Percentagem da população vacinada contra o SARS-CoV-2 em Portugal

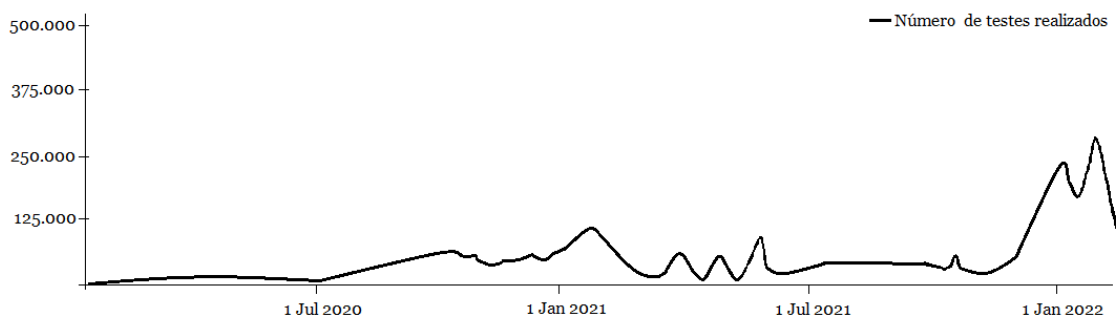


Gráfico 4. Número de testes à Covid-19 realizados diariamente em Portugal

4.2 Sinais e Sintomas

A sintomatologia da Covid-19 é semelhante a outras zoonoses, incluindo outras variantes de SARS e síndrome respiratória do Médio Oriente (MERS), e apresenta-se como sintomas do tipo gripe e doença respiratória grave.(30)

SARS (Síndrome Respiratória Aguda Grave) é um termo qualitativo que não define a gravidade da lesão pulmonar e disfunção da oxigenação, enquanto ARDS (Síndrome de Dificuldade Respiratória Aguda) é um termo que define quantitativamente a gravidade da lesão pulmonar através da objetivação da insuficiência de oxigenação e critérios clínicos específicos. Portanto, a infeção por coronavírus pode provocar SARS, e a SARS pode levar a ARDS.(31)

A progressão da Covid-19 pode ser definida por três fases: **1)** Fase inicial de infeção, marcada por replicação viral e sintomas leves; **2)** Fase pulmonar marcada por estimulação da imunidade adaptativa e sintomas predominantemente respiratórios; **3)** Fase tardia hiperinflamatória com libertação desregulada de citocinas e desenvolvimento de quadro clínico grave, como ARDS.(30)

O reconhecimento de cada fase nos doentes com Covid-19 é imperativo para tomar decisões clínicas apropriadas.

Após o contacto com uma pessoa infetada por SARS-CoV-2, o período de incubação viral é de 1-14 dias, com uma média de aparecimento sintomático de 4-6 dias. No entanto, estes intervalos de tempo poderão variar consoante as diferentes variantes do vírus e estado imunológico do doente.(32)

As manifestações iniciais mais comuns são inespecíficas e incluem febre (80%), tosse (59%), mialgias (36%), fadiga e anorexia, apesar de anosmia e digeusia (<10%) serem considerados característicos.(33) Odínofagia (20%), cefaleias (34%) e rinorreia também foram reportados. Sintomas gastrointestinais, como náusea e diarreia, acompanhados de dor abdominal difusa, foram referidos em cerca de 10% dos doentes.(30)

A pneumonia é a manifestação grave mais frequente, acompanhada por febre, tosse, dispneia.(33)

A gravidade clínica da Covid-19 foi dividida pela OMS em três classes: **não grave** (sem sinais de doença grave ou crítica); **grave** (SatO₂ <90% em ar ambiente, sinais de pneumonia, e sinais de stress respiratório grave) e **crítica** (ARDS, choque séptico, sépsis, disfunção multiorgânica).(34)

Tabela 3. Classificação OMS da gravidade clínica da Covid-19.(34)

Doentes com diagnóstico confirmado de Covid-19	Gravidade da doença		
	Não grave	Grave	Crítico
	Sem sinais de doença grave ou crítica.	SatO ₂ <90% em ar ambiente; Sinais de pneumonia; Sinais de stress respiratório grave.	Necessidade de tratamento suporte de vida; ARDS; Choque séptico; Sépsis.

Um estudo que analisou aproximadamente 44.500 casos de Covid-19 determinou que 81% dos casos reportados eram **não graves**, 14% eram **graves** e 5% eram **críticos**. A mortalidade registada foi de 2,3%, nenhuma das quais foi registada no grupo classificado como não grave.(35)

Cerca de 30% dos doentes desenvolve dispneia, e a deterioração durante a segunda semana sintomática é típica dos doentes com a forma grave da doença, sendo tipicamente necessária hospitalização ao fim da primeira semana, com desenvolvimento de hipoxemia e pneumonia bilateral.(30)

A principal complicação apresentada pelos doentes com a forma crítica da doença é a insuficiência respiratória, ARDS, e pode manifestar-se após o início de dispneia. Nestes doentes, cerca de 12% irão necessitar de ventilação mecânica. Outras complicações apresentadas por este grupo de doentes são cardíacas e cardiovasculares, como arritmias, lesão miocárdica, insuficiência cardíaca e choque cardiogénico; complicações tromboembólicas, como trombose venosa profunda e tromboembolismo pulmonar; complicações neurológicas, como encefalopatia; complicações inflamatórias como persistência da elevação de marcadores inflamatórios, como a ferritina; e complicações derivadas de infeções secundárias, nomeadamente sobreinfeções bacterianas.(33)

Segundo um estudo retrospectivo realizado por *Liu et al.* entre Dezembro de 2019 e Abril de 2020, que incluiu 4806 doentes adultos (idade média 47 anos, 44,99% homens) sem comorbilidades associadas estabelecidas, foi concluído que a taxa de progressão da gravidade da doença em adultos sem comorbilidades associadas era de 34,29%, e a taxa de mortalidade de 2,10%. Concluíram que neste perfil de doentes são fatores de risco para morte por Covid-19(36):

- 1) Idade ≥ 47 anos;
- 2) Parâmetros laboratoriais de lesão de órgão – LDH e CK elevadas;
- 3) Lesão pulmonar – SpO₂ <95% e dispneia;

- 4) Disfunção orgânica – aumento da bilirrubina direta, do BUN e da glicémia;
- 5) Quadro inflamatório – contagem neutrófilos aumentados.

Comparativamente, a progressão de doença não grave para estado grave neste perfil de doentes estava aproximadamente correlacionada com alterações da coagulação (aPTT e D-dímeros aumentados) e dislipidemia (HDL-c aumentado). Estes dados foram determinados serem fundamentais para estabelecer e determinar o estado e progressão da doença.(36)

Nos doentes com comorbilidades prévias, a mais comum em todos os doentes e em todas as classes de doença são hipertensão (19%), diabetes (9%) e doença cardiovascular (8%). Doentes com multimorbilidades prévias crónicas cardiovasculares, pulmonares, renais ou doenças malignas têm maior probabilidade de desenvolverem formas de doença mais grave por Covid-19.(37)

A taxa de mortalidade mundial por Covid-19 foi determinada ser de 3,4%, que é mais alta que a gripe sazonal, sendo mais alta nos idosos: 3,5% entre os 60-69 anos; 8-12,8% entre os 70-79 anos; e de 14,8-20,2% no grupo acima dos 80 anos de idade. Os óbitos resultam principalmente de ARDS, coagulopatia, choque séptico, acidose metabólica e de complicações cardiovasculares.(38)

4.3 Transmissão

O coronavírus é uma zoonose, e a sua transmissão está bem estabelecida no mundo animal, principalmente entre aves e mamíferos, sendo o seu maior reservatório os morcegos.(39)

Nos animais, a principal sintomatologia é a gastroenterite. Nos humanos, tem uma variedade de apresentações clínica, desde infeções respiratórias autolimitadas, até SARS. Os primeiros casos detetados em Wuhan, na China, são considerados infeções adquiridas de fontes zoonóticas no mercado de marisco. A análise genómica realizada concluiu que o 2019-nCov (SARS-CoV-2) se tratava de um vírus recombinante entre o coronavírus dos morcegos e um novo coronavírus de origem desconhecida.(40)

Os estudos genómicos determinaram interações a nível atómico entre o coronavírus e o hospedeiro, e a sua transmissão é dependente da proteína de junção e fusão do domínio *spike* na superfície do coronavírus e o recetor ECA2 do hospedeiro.(40) A enzima conversora da angiotensina 2 - ECA2 - é uma proteína ligada à membrana que desempenha um papel importante no Sistema Renina-Angiotensina-Aldosterona, e é

expressa em diferentes órgãos, como nas células alveolares tipo II no pulmão, sistema cardiovascular, tecido adiposo, trato gastrointestinal, entre outros.(38)

Estes recetores fornecem ao coronavírus um método de entrada e consequente libertação de genoma viral nas células do hospedeiro, permitindo subsequentemente a sua replicação. Esta interação contribui para atrofia, fibrose, inflamação e vasoconstrição da qual resulta uma lesão tecidual do hospedeiro (Figura 4.).(40) As células positivas para ECA2 são células-alvo e suscetíveis à infeção por SARS-CoV-2. Assim, a expressão de ECA2 está correlacionada com os sintomas manifestados nos doentes com Covid-19, podendo os doentes apresentar primariamente sintomas respiratórios como tosse, odinofagia e pneumonia, e outros doentes podem sofrer de sintomas gastrointestinais como diarreia, náuseas, anorexia e dores abdominais.(38)

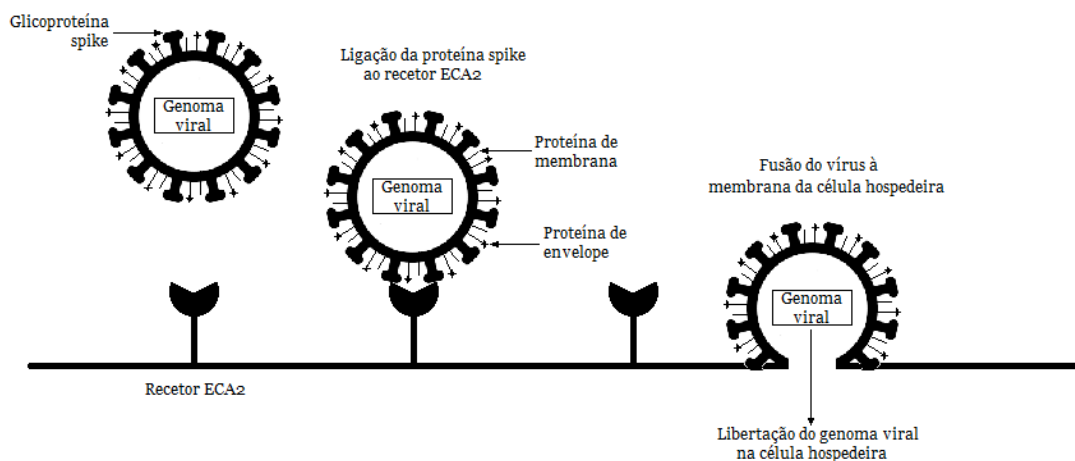


Figura 4. Infeção do hospedeiro pelo coronavírus.(40)

A transmissão entre humanos ocorre através de gotículas emitidas pelos doentes infetados. Estas gotículas podem ser expulsas pela fala, respiração, esternutos ou tosse, e variam entre 0,6-100 μm de diâmetro, e a quantidade emitida varia proporcionalmente com a frequência da tosse. O tamanho médio do SARS-CoV-2 é de 0,1 μm , e partículas aerossol de 1–10 μm de tamanho são suficientes para conter uma carga virais de partículas viáveis.(30) Por esta razão é considerado um contacto positivo com uma pessoa infetada quando esta interação ocorreu até 2 dias antes ou 14 dias após uma pessoa se encontrar sintomática, numa exposição cara-a-cara, a menos de um metro de distância e por mais de 15 minutos.(41)

Durante o curso de doença, foi detetado RNA SARS-CoV-2 nas fezes de 48,1% dos doentes, indicando a possibilidade de transmissão por aerossol fecal.(38)

4.4 Diagnóstico

A suspeita clínica deve ser levantada após correlação da história clínica de contacto com os achados laboratoriais e imagiológicos.

A infeção por SARS-CoV-2 é confirmada pela presença de RNA viral ou antigénio viral específico numa amostra respiratória, documentada por técnicas moleculares biológicas, como o RT-PCR – Transcrição reversa seguida de reação em cadeia da polimerase. Na maioria dos indivíduos é detetado o RNA viral no trato respiratório 1 a 3 dias antes do início dos sintomas, atingindo um máximo durante a fase sintomática e diminuindo a carga viral até ser indetetável após cerca de uma semana.(41)

A exclusão de diagnóstico de infeção por SARS-CoV-2 é baseada na obtenção de um teste por RT-PCR ou antigénio negativo, apesar da suspeita clínica estar no centro desta decisão.(41)

Laboratorialmente, os doentes apresentam linfopenia (83%), tempo de protrombina elevado (5%), trombocitopenia leve (30%) e valores de D-dímeros elevados (43-60%). Também foram observados níveis elevados de ALT (25%), AST (33%) e PCR (>60%).(38)

Nos achados radiográficos é importante ter presente que em até 50% dos doentes podem não apresentar alterações na radiografia simples do tórax nos estádios iniciais ou moderados da doença. Nos estádios mais avançados, nos doentes que desenvolvem pneumonia é possível encontrar opacidades irregulares dispersas bilaterais.

Na TC torácica, que é mais sensível, os achados mais comuns incluem áreas periféricas irregulares de opacidades em vidro despolido, achados que não são específicos de Covid-19 e podem ser encontradas em outras pneumonias virais, e por isso a TC torácica não deve ser utilizada como método de diagnóstico, mas sim como método complementar de avaliação de deterioração clínica após o diagnóstico.(30)

A ecografia pleuropulmonar tem sido desenvolvida e têm sido adaptados protocolos *point-of-care* dirigidos, por ser uma técnica de imagem que permite a realização de um exame seguro e eficiente à cabeceira. Fornece informações clínicas que podem ser consideradas no imediato, sendo uma técnica altamente sensível e específica, considerada como uma alternativa à radiografia de tórax ou TC torácica. No entanto, tem de ser considerado que a qualidade de execução da ecografia é altamente dependente da experiência e técnica do operador.(42,43)

Os achados ecográficos pleuropulmonares nos doentes com Covid-19 são semelhantes aos descritos em doentes com outros tipos de pneumonia. Apesar de existirem variadas apresentações ecográficas e nenhum destes sinais ser patognomónico de Covid-19, estes incluem múltiplas linhas B, linha pleural irregular ou fragmentada, consolidações, derrames pleurais e ausência de deslizamento pulmonar (*lung sliding*).⁽⁴⁴⁾

Um dos artefactos que é observado com maior frequência é a convergência de múltiplas linhas B, chamado de *light beam*, que corresponde às alterações representadas pelo artefacto de vidro despolido observado na TC torácica.⁽⁴⁴⁾ Estes achados estão descritos em maior pormenor no capítulo 5.4 - *Alterações de significado patológico*.

4.5 Terapêutica

Apesar da necessidade urgente de novas estratégias de tratamento, à data de escrita desta dissertação ainda não existe nenhum tratamento específico para a Covid-19 definido, e as *guidelines* de tratamento divergem de país para país.⁽³⁸⁾

Há alguns potenciais tratamentos a serem desenvolvidos a nível da imunoterapia, terapia celular e terapia antiviral. Como ambos MERS-CoV e SARS-CoV são vírus semelhantes aos SARS-CoV-2, o tratamento para este último tem-se baseado nos tratamentos já existentes para essas duas patologias.

Inúmeros estudos laboratoriais realizados na área do tratamento da infeção por SARS-CoV-2 avaliaram a atividade potencial de cura de diversas substâncias e medicamentos, mas nos estudos clínicos a maioria destas substâncias provaram ser ineficazes. Alguns exemplos testados e comprovados ineficazes são a cloroquina, a hidroxicloroquina, azitromicina, doxiciclina, lopinavir/ ritonavir, colchicina, ivermectina, entre outras.⁽⁴¹⁾

À data de redação desta dissertação, as opções terapêuticas disponíveis cientificamente validadas e recomendadas são as seguintes:

- › Corticosteróides: **Dexametasona**, 6 mg/dia, por pelo menos 10 dias, a iniciar no 7^o dia de sintomas, nos doentes com doença grave com necessidade de suplementação de oxigénio ou suporte ventilatório.^(34,45,46)
- › Baricitinib e inibidores JAK: **Baricitinib**, 4 mg/dia, até 14 dias, a iniciar em 96h do internamento ou em 24-48h nos Cuidados Intensivos, nos doentes com necessidade de suplementação de oxigénio de alto fluxo ou com ventilação não-invasiva.⁽⁴⁶⁾
- › Antagonistas da IL-6: **Tocilizumab**, numa dose única de 8 mg/kg, até uma dose máxima de 800 mg, nos doentes hospitalizados com doença grave ou crítica com

necessidade de suplementação de oxigénio ou suporte ventilatório, a iniciar em 96h da hospitalização, ou em 24-48h de cuidados intensivos. No entanto, deve ser evitado em doente severamente imunodeprimidos pelo risco de infeções secundárias. (34,46)

- › Inibidor da RNA-polimerase: **Remdesivir**, a iniciar nos primeiros 7 dias sintomáticos, numa dose diária de 200 mg no primeiro dia, seguido de quatro doses diárias de 100 mg, nos doentes com doença leve a moderada com maior risco de progressão de doença, e nos doentes internados com doença grave.(45,46)

Todas os fármacos têm exceções e condicionantes da sua utilização, nomeadamente a gravidade de doença, condição de gravidez, imunidade, entre outras, e deverão ser consultadas as normas mais recentes de conselho de tratamento, assim como as nuances de cada fármaco, e ter também em consideração o enquadramento e avaliação clínica de cada utente.

4.6 Prevenção

De acordo com a evolução natural de uma doença, há várias medidas preventivas correspondentes a cada uma dessas etapas que podem ser tomadas. Estas etapas são a prevenção primordial, primária, secundária, terciária e quaternária.(47)

A prevenção primordial é direcionada à comunidade e tem como objetivo reduzir os fatores de risco para a ocorrência de uma doença. Por norma, são tomadas medidas governamentais através de leis e políticas nacionais que se focam nas condições sociais e ambientais. A prevenção primordial foca-se na educação para a saúde, direcionada especialmente às crianças, de modo que estas adotem estilos de vida saudáveis e não desenvolvam certas patologias no futuro. Como a pandemia Covid-19 foi um evento agudo, as medidas de prevenção primordial eram as de higiene urbana e leis de saneamento, e não especificamente direcionadas ao Covid-19.(47)

As medidas de prevenção primária consistem em medidas dirigidas a populações ou indivíduos suscetíveis saudáveis, e têm como objetivo principal a prevenção de certas doenças e a limitação da exposição a certos agentes nocivos. É alcançada através da promoção da saúde como modificações ambientais, imunizações, controlo ambiental e utilização de material de proteção específico. O coronavírus, sendo um vírus revestido com componente lipídica, é suscetível à desinfeção com sabão ou a soluções à base de >70% álcool.(48) Medidas implementadas neste nível de prevenção:

1. **Medidas de proteção individual:** Indicações quanto ao uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI), a medidas de higiene das mãos e a medidas de higiene respiratória;
2. **Medidas de distanciamento social:** Distanciamento social de 2 m, isolamento, quarentena e encerramento de espaços ou cancelamento de eventos, de forma voluntária ou compulsiva;
3. **Procedimentos, ações e recomendações no contexto de viagens internacionais:** Por via aérea, térrea ou marítima;
4. **Intervenção das autoridades de saúde:** As medidas e procedimentos relacionados com a revisão dos suportes legislativos que careçam de alterações, com a finalidade de agilizar ou possibilitar a intervenção das Autoridades de Saúde (AS);
5. **Participação dos serviços locais de saúde, promovendo o suporte social:** As parcerias a desenvolver, com a participação dos serviços de saúde locais, visando apoiar ou criar estruturas de suporte social;
6. **Vacinação:** Existem em Portugal quatro vacinas aprovadas – BioNTech®, Janssen®, Moderna®; e Oxford®. Estas vacinas têm o objetivo principal de prevenir a progressão para a forma grave da doença e a mortalidade.

As medidas de prevenção secundária consistem em medidas direcionadas à deteção precoce de doença, e são dirigidas a indivíduos aparentemente saudáveis, com formas subclínicas da doença, e têm o objetivo de restaurar a saúde e proteger outros membros da comunidade. Ocorre sobretudo à base de rastreios, que na Covid-19 é conseguido através de testes. Segundo o SNS24, os testes atualmente disponíveis em Portugal são:

- › **Testes Moleculares de Amplificação de Ácidos Nucleicos (TAAN):** Mais conhecidos por teste PCR, são realizados através de zaragatoa nasofaríngea e/ ou orofaríngea, e são o método de referência para a deteção de SARS-CoV-2 e diagnóstico de Covid-19. Os resultados são conhecidos em 24h.
- › **Testes Rápidos de Antígeno (TRAg):** São testes realizados a nível local por um profissional de saúde, cujos resultados são conhecidos em 15 a 30 minutos após a sua realização. (Sintomáticos: S 96,7%, E 100%; Assintomáticos: S 60,5%, E 99,5%).(49)
- › **Autotestes:** Estes testes rápidos de antígeno são de baixa complexidade de realização, permitindo a sua utilização por pessoas que não profissionais de saúde, e estão largamente disponíveis nos estabelecimentos comerciais.

- › **Testes serológicos:** São os que avaliam se a pessoa tem anticorpos específicos para o SARS-CoV-2. Estes não são utilizados para o diagnóstico da Covid-19.

Já as prevenções terciárias e quaternárias focam-se nos doentes sintomáticos e diagnosticados, na implementação de medidas disponíveis para reduzir ou limitar consequências irremediáveis do decurso da doença e na prevenção da iatrogenia, respetivamente. Estes níveis já não se focam especificamente na prevenção da disseminação da doença na comunidade, mas sim no decurso da doença individualmente.(47)

5. A Ecografia Point-of-Care: aplicação na pandemia Covid-19

A ecografia pleuropulmonar é um exame chave, sobretudo no doente crítico, para uma variedade de doenças pulmonares, incluindo pneumotórax, ARDS, edema pulmonar, doença pulmonar intersticial, pneumonia e derrame pleural.

Como a infeção por SARS-CoV-2 causa pneumonite vírica, a POCUS pleuropulmonar é frequentemente usada em doentes com Covid-19.(48) Nesta situação clínica a POCUS pode ter as seguintes aplicações:(50,51)

- › Triagem (pneumonia/ não pneumonia) de doentes sintomáticos em SU;
- › Suspeita diagnóstica e alerta na conduta no SU durante uma potencial pandemia;
- › Estratificação prognóstica e controlo seriado dos doentes com pneumonia nos SU;
- › Monitorizar a ventilação e desmame dos doentes na Unidade de Cuidados Intensivos (UCI);
- › Monitorização de resposta terapêutica;
- › Reduzir o número de profissionais de saúde expostos em tempos de pandemia, considerando a contagiosidade da doença.

5.1 Comparação com outros métodos de imagem

Embora a radiografia de tórax seja, por norma, a primeira linha na avaliação doentes com suspeita de Covid-19, este método de imagem tem menor sensibilidade do que a TC torácica.(8)

Nos estadios iniciais até 50% dos doentes podem não apresentar alterações na radiografia de tórax, tendo uma sensibilidade de 59%-69% na deteção das alterações por Covid-19.(48,52) Naqueles que desenvolvem pneumonia, na radiografia são tipicamente visíveis zonas de opacidades periféricas, inferiores e bilaterais, por vezes arredondadas na sua morfologia.(48)

A TC torácica é mais sensível, especialmente nos estadios iniciais, tem uma sensibilidade de até 97% e consegue detetar estadios de doença mais precocemente que a radiografia de tórax. As alterações pulmonares visíveis na TC progridem rapidamente após o início dos sintomas e têm um pico entre os dias 6-13 de doença.(52)

São observadas regiões irregulares de opacidades em vidro despolido puro, com espessamento septal reticular ou interlobular, com consolidações geralmente periféricas e predominância nos lobos inferiores. No decorrer da evolução da doença, num estadio mais avançado, podem estar presentes zonas de consolidação em padrão *crazy paving*.(5-7)

Algumas características são semelhantes às da pneumonia organizada, e outras doenças partilham as mesmas apresentações na TC torácica com a pneumonia por Covid-19 e devem ser diferenciadas, incluindo infecção por outros coronavírus e pneumonia adquirida na comunidade.(5,30) Portanto, a TC torácica deve ser usada para avaliar o agravamento clínico, e não como um método de imagem com fim diagnóstico para indivíduos com suspeita de Covid-19.(30,52)

Tabela 4. Achados imagiológicos na TC torácica na pneumonia por COVID-19.(5)

Achado	Frequência
Opacidades em vidro despolido com e sem consolidação	Alta
Lesões múltiplas	Alta
Envolvimento bilateral	Alta
Predileção posterior e/ ou inferior	Alta
Distribuição periférica e/ ou subpleural	Alta
Padrão <i>crazy paving</i>	Moderada
Broncograma aéreo	Moderada
Consolidação pura	Baixa
Sinal de halo invertido na TC alta resolução	Baixa
Derrame pleural	Baixa
Cavitação, calcificação, linfadenopatia	Ausente

Nas imagens de RM, as alterações do parênquima aparecem como regiões hiperintensas, alteradas em ambas as sequências T1 e T2, correspondendo às opacidades em vidro despolido observadas na radiografias de tórax e na TC.(52)

Para doentes internados em UCI a POCUS é especialmente útil na avaliação pleuropulmonar e cardíaca. O tamanho compacto, acessibilidade e alta sensibilidade dos equipamentos tornam possível a avaliação do doente à cabeceira, sem a necessidade de transporte em estados críticos e em isolamento para procedimentos radiológicos, diminuindo assim a necessidade de outros métodos de imagem e risco de contaminação de espaços, pessoas e equipamentos.(8,30,53)

A POCUS permite a realização de um exame seguro e eficiente à cabeceira, sem radiação ionizante, e simultaneamente fornece informações diagnósticas que podem ser atendidas e consideradas em tempo real de forma a ser possível uma rápida tomada de decisão clínica.(42,43)

Foi determinado haver forte correlação entre os achados na ecografia e na TC torácica realizadas nos mesmo doentes, e que a sensibilidade da ecografia é comparável à da TC, sendo altamente consistente. No entanto, a TC demonstra as lesões intrapulmonares e apicais com maior sensibilidade. À semelhança da TC, as opacidades em vidro despolido, consolidações e broncogramas aéreos são observados na ecografia.(8,54)

Foi determinado que a ecografia é superior na demonstração de menores lesões peripulmonares e derrames pleurais. Também a visualização dinâmica das imagens em tempo real demonstrou ser vantajosa na distinção de lesões intersticiais e na visualização da vascularização e angiogénese de lesões inflamatórias.(8)

Numa meta-análise realizada por *Ling Long et al.* em 2017, com o intuito de determinar a capacidade de diagnóstico da pneumonia em adultos por ecografia, concluiu que este método de diagnóstico tinha uma alta sensibilidade (88%) e especificidade (86%) para deteção desta patologia, tendo uma sensibilidade mais alta que a radiografia do tórax (60%). Adicionalmente, quando a TC torácica foi realizada por dúvida no diagnóstico, a concordância da performance da ecografia com a da TC foi de 100%.(58)

Tabela 5. Comparação dos achados imagiológicos na Radiografia de tórax, TC torácica, RM torácica e na POCUS pleuropulmonar nos doentes COVID-19.(52,55–57)

Modalidade	S	E	Achados agudos	Progressão	Crónico/ recuperação
Radiografia de tórax	64 - 80,6%	71,5 - 82%	Opacidades com predominância inferior e periférica Unilateral ou bilateral	Consolidações irregulares Podem tornar-se difusas	Opacidades contínuas, residuais ou em resolução
TC torácica	80 - 92%	56 - 87,9%	Opacidade em vidro despolido subpleural	Opacidade de vidro despolido difusa Padrão <i>crazy paving</i> Consolidações densas Bandas parenquimatosas	Opacidade de vidro despolido extensa Consolidação Absorção progressiva (recuperação)
RM torácica	N/A	N/A	Aumento da intensidade do sinal do parênquima pulmonar afetado	N/A	N/A
POCUS pleuropulmonar	86,4 - 95%	54,6 - 83%	Linha pleural espessada Linhas B (multifocais, discretas, confluentes) Pequenas consolidações	Síndrome intersticial	Espessamento da linha pleural / linhas B irregulares Linhas A (recuperação)

5.2 Protocolos ecográficos utilizados

Durante a POCUS o transdutor é geralmente colocado longitudinalmente, perpendicular às costelas, sobre o espaço intercostal.(8)

O *Lung Ultrasound Score* (LUS) é uma ferramenta de quantificação válida que permite avaliar a ventilação pulmonar na SARS e pode ser usado na pneumonite por Covid-19. Em cada uma das 12 zonas estudadas é atribuída uma pontuação de 0-3, com um valor de *score* mais elevados para alterações pulmonares de maior significado patológico. Com base na pontuação das 12 zonas pulmonares (0-36 pontos no total), a gravidade pode ser classificada como leve (1-7), moderada (8-18) e grave (19-36). Um pulmão sem alterações terá uma pontuação total de 0.(48,59)

Soldati et al., num estudo publicado em março de 2020 e realizado em Itália, propuseram um protocolo para uniformizar o uso de ecografia em doentes com Covid-19. Um total de 14 regiões, 7 por hemitórax (3 posteriores, 2 laterais e 2 anteriores) devem ser estudados por 10 segundos ao longo das linhas anatómicas médio-escapular, axilar e médio-clavicular. Como avaliação quantitativa do exame, é proposto uma ferramenta de classificação baseada no LUS, 0-3 pontos, mas em que não é feita a soma total dos pontos, mas sim, considerada a pontuação por zona independentemente. Ainda é proposto a criação de uma base de dados internacional para partilha de todas as valências imagiológicas de modo a possibilitar comparações e maior reconhecimento de padrões imagiológicos de alterações derivadas da Covid-19.(60)

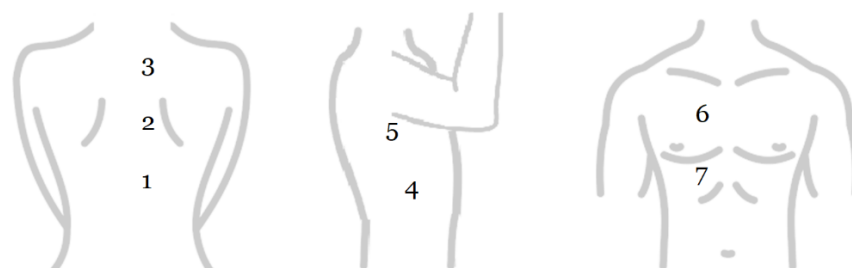


Figura 5. Protocolo utilizado no estudo de *Soldati et al.*, realizado em Itália.(60)

Fox e Dugar, num estudo publicado em abril de 2020 e realizado nos EUA (Estados Unidos da América), propuseram um protocolo completo rápido chamado DLETE (*DVT, Lung, Echo – Tem Minute Exam*) que passa pelo estudo venoso em 4 regiões dos membros inferiores, estudo em 4 regiões (posterior e lateral) dos hemitórax e estudo cardíaco de 6 janelas. Nos membros inferiores, estuda-se com um transdutor linear a veia femoral comum a jusante e a montante da junção safeno-femoral, a veia femoral profunda e a veia poplítea. No estudo pulmonar e cardíaco usa-se um transdutor setorial. As 4 regiões pulmonares a estudar são duas posteriores e duas postero-laterais. O estudo cardíaco é composto pelo paraesternal longo e curto com visualização da válvula aórtica e também dos músculos papilares, janela apical e subcostal de 4 câmaras e subcostal da VCI.(61)



Figura 6. Protocolo DLETE, utilizado no estudo de *Fox e Dugar*, realizado nos EUA.(61)

Giraldi et al., num estudo publicado em maio de 2020 e realizado no Brasil, sugere a utilização da POCUS na avaliação de doentes que apresentem agravamento clínico agudo ou que necessitem de acesso venoso central. Este protocolo pretende auxiliar em questões clínicas sobre o atingimento pulmonar, pré-carga do ventrículo direito, causa de choque e determinação da ventilação destes doentes. Para estudo do envolvimento pulmonar, este protocolo propõe a divisão do tórax em 12 regiões, 6 por hemitórax. As zonas são delimitadas pela linha mamilar horizontalmente e pelas linhas axilar anterior e média verticalmente. Para determinação da causa de choque, no choque distributivo observa-se a volémia na VCI, no choque cardiogénico e no choque obstrutivo é proposto avaliação da função miocárdica qualitativa através das janelas subcostal e paraesternal curto. Para estudo da ventilação, é proposto o Modo-M nos campos médios e inferiores e avaliar a sincronia com os movimentos respiratórios torácicos.(62)

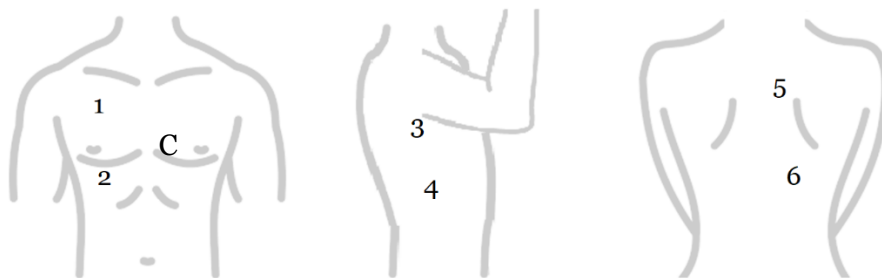


Figura 7. Protocolo utilizado no estudo de *Giraldi et al.*, realizado no Brasil.(62)

Kiamanesh et al., em outro estudo publicado em maio de 2020 e realizado no Canadá, recomendou no *Canadian Journal of Cardiology* um protocolo para Cardiologistas rápido e simples de 6 regiões, 3 por hemitórax. Uma visualização anterior, uma lateral e uma posterior, bidimensional e em M-mode.(63)

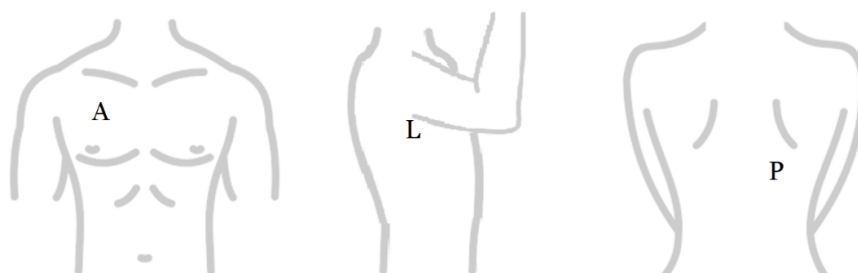


Figura 8. Protocolo utilizado no estudo de *Kiamanesh et al.*, realizado no Canadá.(63)

A *American Society of Echocardiography* (ASE) propôs em junho de 2020 nos EUA um protocolo modificado do seu já existente protocolo ASE POCUS, que tinha por base um conceito de POCUS cardíaco. Este é composto por um protocolo cardíaco, pulmonar e vascular. Na componente cardíaca, recomendam-se as janelas do eixo paraesternal longo e curto, apical e subesternal, com o objetivo de estudo do tamanho, função global e regional do ventrículo esquerdo; do tamanho e função, pressão sistólica da artéria pulmonar para estudo de regurgitação tricúspide do ventrículo direito; derrame pericárdico; regurgitação grave ou estenose valvular. Na componente pulmonar é recomendado examinar 8 a 12 pontos torácicos, que são avaliados com base no LUS, e tem como objetivo averiguar a existência de Linhas B, pleura espessada, consolidação subpleural, consolidação lobar com broncograma aéreo ou derrame pleural. Na componente vascular é recomendado a janela subcostal para a veia cava inferior e à consideração do utilizador a análise dos pontos de compressão venosa dos membros inferiores.(64)

Tabela 6. Protocolo POCUS ASE, recomendado pela *American Society of Echocardiography*.(64)

Protocolo ASE	Estrutura	Estudo	Patologia associada
Cardíaco	Ventrículo esquerdo	Tamanho, Função global e regional	Miocardite Síndrome Coronário Agudo Cardiomiopatia Choque
	Ventrículo direito	Tamanho e função	Embolia Pulmonar Cardiomiopatia
	Pericárdio	Derrame pleural	Tamponamento
	Válvulas	Regurgitação grave ou estenose	Doença cardiovascular pré-existente
Pulmonar	Exame de 8/ 12 regiões	Linhas B	Edema ou Pneumonia
		Consolidação Subpleural	Pneumonia
		Espessamento pleural	ARDS
		Consolidação lobar com broncograma aéreo	Pneumonia ARDS
		Derrame pleural	Insuficiência Cardíaca
Vascular	Pressão Venosa Jugular ou Veia Cava Inferior	Volémia	Insuficiência Cardíaca Hipovolémia
	± Veias Membro Inferior	2 pontos de compressão	Trombose Venosa Profunda



Figura 9. Protocolo POCUS ASE, recomendado pela *American Society of Echocardiography*.(64)

Duggan et al., em outro estudo publicado em junho de 2020, realizado no EUA, propôs um protocolo com a intenção de reduzir o tempo de contacto com o doente. Este é composto pelo estudo localizado às zonas de maior probabilidade de apresentarem alterações, 3 por hemitórax: uma posterior delimitada pela linha média axilar posterior, e duas laterais, demarcadas horizontalmente pela linha mamilar.(65)

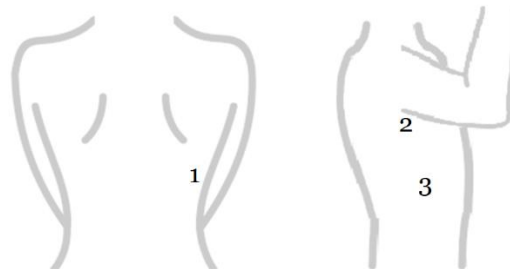


Figura 10. Protocolo utilizado no estudo de *Duggan et al.*, realizado nos EUA.(65)

Manivel et al., num estudo publicado em agosto de 2020 e realizado na Austrália e Nova Zelândia, recomenda um protocolo adaptado do POCUS – CLUE - para ser aplicado em doentes com Covid-19. Este protocolo inicia-se com o exame sistemático do tórax por 12 zonas, 6 por hemitórax, no qual o estudo das regiões pulmonares deve ser realizado continuamente. O doente deve sentar-se de costas para o médico e as zonas posteriores, laterais e mesmo as anteriores devem ser examinadas com a mesma posição do médico em relação ao doente, ou seja, atrás deste. Se o doente estiver deitado no leito, em posição supina, por incapacidade de se mover, as zonas pulmonares posteriores deverão ser substituídas pelas áreas da linha axilar posterior. Este mesmo estudo determinou que este protocolo tem uma duração de realização inferior a 10 minutos, excluindo o tempo de limpeza.(48)

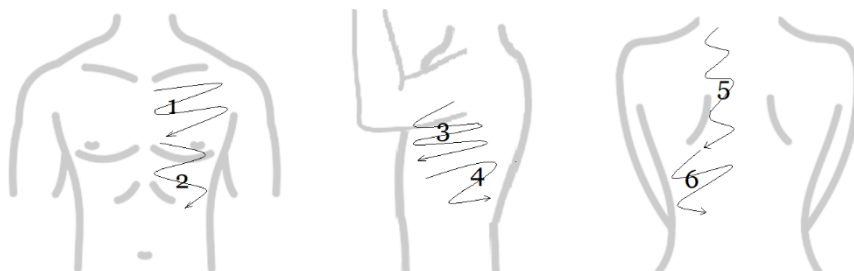


Figura 11. Protocolo utilizado no estudo de *Manivel et al.*, realizado na Austrália e Nova Zelândia.(48)

Ji et al. num estudo publicado em dezembro de 2020 e realizado na China, analisou 280 doentes diagnosticados com Covid-19 entre janeiro e março de 2020. Um total de 12 regiões, 6 por hemitórax, delimitadas pela linha mamilar horizontalmente e pelas linhas axilares anterior e média verticalmente. Como avaliação quantitativa do exame, é proposto uma ferramenta de classificação idêntica ao LUS, em que cada região é avaliada a presença de consolidações (0-3) e a avaliada a linha pleural (0-2). A totalização da soma de ambas as pontuações das 12 regiões será de 0-60.(66)

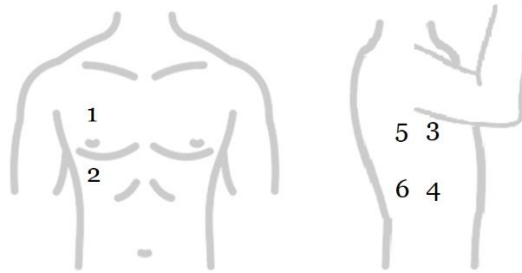
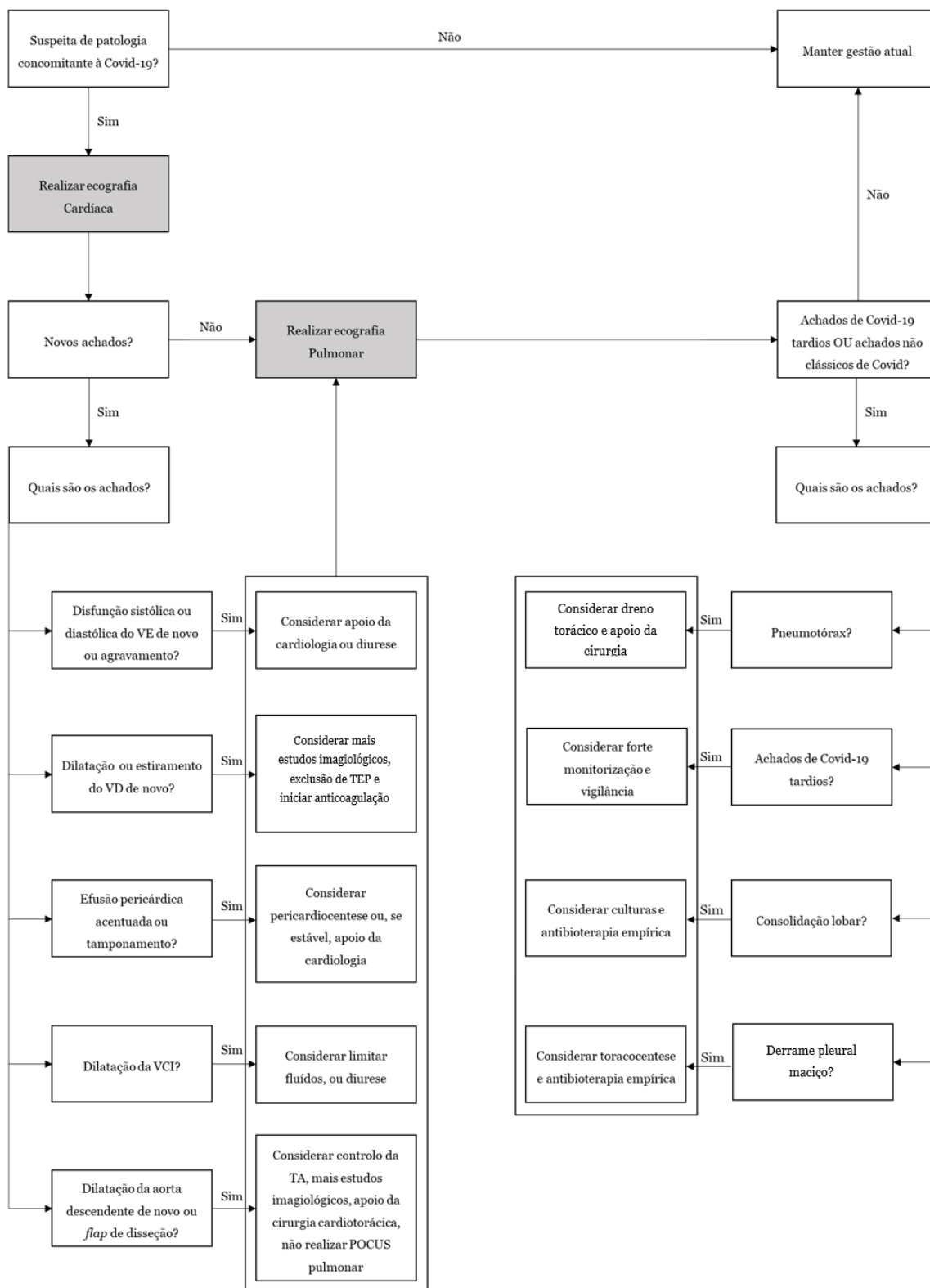


Figura 12. Protocolo utilizado no estudo de *Ji et al.*, realizado na China.(66)

Coneybeare et al., num estudo publicado em fevereiro de 2021 e realizado nos EUA, propõe um algoritmo para maximizar o uso do POCUS nos doentes com Covid-19, chamado COVUS. Este algoritmo, representado no Esquema 1, visa identificar as complicações com risco de vida imediato, ao mesmo tempo que minimiza o tempo despendido à cabeceira do doente, e conseqüentemente o risco do cuidador de exposição ao SARS-CoV-2. É apropriado aplicar o COVUS quando há suspeita de lesão de órgão, e é realizado inteiramente com o transdutor setorial de modo a diminuir o risco de contaminação do material. É iniciado no protocolo cardíaco, com as 4 janelas base e VCI. Se não é identificado nenhuma lesão aguda cardíaca, é realizado o protocolo pleuropulmonar, que avalia os campos pulmonares anteriores, laterais e posteriores, bilateralmente.(67)



Esquema 1. – Algoritmo COVUS para diagnóstico e terapêutica dos doentes Covid-19.(67)

VE – Ventrículo esquerdo; VD – Ventrículo direito; VCI – Veia cava inferior; TEP – Tromboembolismo pulmonar; TA – Tensão arterial.

Xue et al., num estudo publicado em fevereiro de 2021 e realizado na China, aplicou o protocolo M-BLUE (*modified bedside lung ultrasound in Emergency*). De acordo com este protocolo, 8 áreas no total, 4 por hemitórax são estudadas. O ponto BLUE superior bilateral (S), localiza-se 3 dedos abaixo da clavícula, na linha médio-clavicular. O ponto diafragmático (D), localiza-se na base pulmonar na linha média axilar. O ponto M, é localizado formando uma linha reta entre S e D, no ponto médio desta linha. O ponto PLAPS (P) é localizado na linha axilar posterior, formando uma linha perpendicular à linha S-D. Foi aplicado o LUS com a pontuação 0-24, por serem 8 regiões em análise.(68)

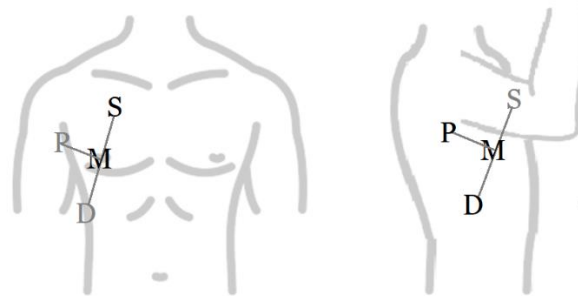


Figura 13. Protocolo M-BLUE, proposto por *Xue et al.* num estudo realizado na China.(68)

Lerchbaumer et al., num estudo publicado em maio de 2021 e realizado na Alemanha, avaliou doentes internados na UCI dedicada à Covid-19. O protocolo utilizado nestes doentes consistiu num estudo de 12 pontos, 6 por hemitórax. Em cada região anterior, lateral e posterior são estudados dois pontos, um no terceiro e outro no sexto espaço intercostal. A região anterior do tórax é estudada na linha médio-clavicular, a região lateral é estudada na linha média axilar anterior, e a região posterior na linha média axilar posterior. A região posterior é estudada desta forma devido à restrição dos doentes ao leito.(69)

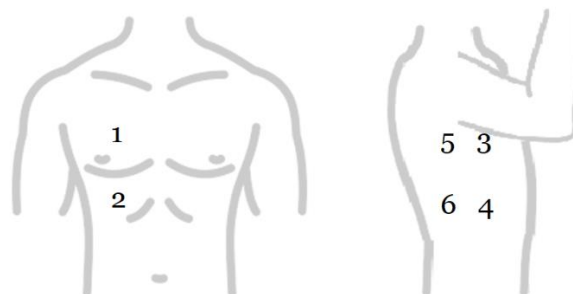


Figura 14. Protocolo utilizado no estudo de *Lerchbaumer et al.*, realizado na Alemanha.(69)

Stecher et al., num estudo publicado em junho de 2021 e realizado na Alemanha, estudou todos os doentes admitidos entre março e dezembro de 2020 na UCI com teste RT-PCR positivo para SARS-CoV-2. Como protocolo utilizado foi adaptado o protocolo CLUE de 12 regiões para 8, devido à limitação de posicionamento dos doentes. Estas 4 zonas por hemitórax são regiões anteriores e laterais. Cada zona é avaliada quantitativamente através do LUS 0-3 pontos. Sendo que este protocolo apenas é realizado em 8 zonas, o valor total do score é num máximo de 24.(70)

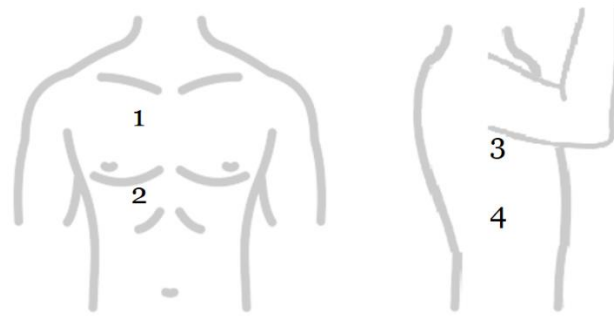


Figura 15. Adaptação do protocolo CLUE utilizado no estudo de *Stecher et al.*, realizado na Alemanha.(70)

A *European Federation of Internal Medicine*, num estudo publicado em junho de 2021 e que contou com autores da Itália, Países Baixos, Espanha e Reino Unido também aconselha e reforça a utilização do LUS para quantificação das alterações pleuropulmonares.(59)

Tabela 7. Protocolos pleuropulmonares.

Estudo	Ref	País	Publicação	Protocolo regiões	Tx Ant	Tx Lat	Tx Post	Cardíaco	Vascular	Quantitativo
<i>Soldati et al.</i>	(60)	Itália	03/ 2020	- 7 por hemitórax	2	2	3			LUS, 0-3 pontos por zona, independente
<i>Fox e Dugar</i>	(61)	EUA	04/ 2020	DLETE: - 4 por hemitórax - Cardíaco - 4 venoso por membro inferior			4	- eixo longo - eixo curto (v. aórtica e mitral) - apical - subcostal 4 camaras - subcostal VCI	4 zonas MI	
<i>Giraldi et al.</i>	(62)	Brasil	05/ 2020	- 6 por hemitórax - Cardíaco - Ventilação M-mode	2	2	2	- subcostal - paraesternal curto	Volémia: subcostal VCI	
<i>Kiamanesh et al.</i>	(63)	Canadá	05/ 2020	- 3 por hemitórax: B-mode e M-mode	1	1	1			
<i>American Society of Echocardiography (ASE)</i>	(64)	EUA	06/ 2020	ASE POCUS: - Cardíaco - Pulmonar de 4/6 por hemitórax - Vascular	2	2	0/2	- paraesternal longo - paraesternal curto - apical - subesternal	Pressão Venosa Jugular ou VCI - ± Veias MI	LUS 0-3 pontos (máx 24/36)
<i>Duggan et al.</i>	(65)	EUA	06/ 2020	- 3 por hemitórax		2	1			

Manivel et al.	(48)	Austrália e Nova Zelândia	08/ 2020	CLUE: - 6 por hemitórax, estudo contínuo entre zonas	2	2	2			LUS: ≥3 linhas B e/ ou ≥2 consolidações unilateral ou ≥1 bilateral
Ji et al.	(66)	China	12/ 2020	- 6 por hemitórax	2	4				LUS 0-3 por zona, 0-2 pleural (máx 60)
Coneybeare et al.	(67)	EUA	02/ 2021	COVUS: - Cardíaco - se nenhuma lesão cardíaca: pleuropulmonar				- eixo longo - eixo curto - apical - subcostal 4 camaras - subcostal VCI		
Xue et al.	(68)	China	02/ 2021	M-BLUE: - 4 por hemitórax	2	2				
Lerchbaumer et al.	(69)	Alemanha	05/ 2021	- 6 por hemitórax	2	4				
Stecher et al.	(70)	Alemanha	06/ 2021	CLUE: - 4 por hemitórax	2	2				LUS 0-3 pontos (máx 24)
European Federation of Internal Medicine	(59)	Itália, Países Baixos, Espanha e Reino Unido	06/ 2021							LUS 0-3 pontos

Ref – Referência Bibliográfica; Tx Ant – Tórax Anterior; Tx Lat – Tórax Lateral; Tx Post – Tórax Posterior; LUS – Lung Ultrasound Score; MI – Membro inferior; VCI – Veia Cava Inferior.

5.3 Sinais ecográficos pleuropulmonares normais

Os ultrassons emitidos pelo transdutor atravessam a pele, o tecido celular subcutâneo e os músculos da parede torácica até alcançar as interfaces entre os tecidos moles e as costelas, a pleura visceral e o ar pulmonar.(8,71,72)

Devido à alta impedância acústica nas linhas de transição entre os tecidos moles e as costelas, os ultrassons são quase integralmente refletidos. Como resultado, as costelas ficam representadas por uma linha branca convexa e ecogénica, em forma de arco, e com uma sombra acústica posterior, artefacto conhecido como “cone de sombra”. Da mesma forma, no local de transição entre a pleura visceral e o ar pulmonar, que se encontra a cerca de 0,5 cm de profundidade relativamente ao plano superficial entre duas costelas, praticamente todos (>99,9%) os ultrassons são refletidos, não se produzindo uma imagem real para além da pleura.(8,71,72)

De facto, a pleura é única estrutura anatómica do pulmão que pode realmente ser representada, correspondendo a uma linha horizontal hiperecogénica. Esta linha denominada pleural é visível como uma banda ecogénica que pode ter até 2 mm de espessura. Um movimento rítmico e regular de pequenos pontos ecogénicos, que ocorre em coordenação com a respiração, encontra-se no espaço virtual entre as pleuras parietal e visceral, que estão em aposição direta ou separadas por uma fina camada de líquido interpleural. Este sinal é conhecido como *lung sliding*, indicando o nível de ventilação na região em observada.(8,73)

Em profundidade, relativamente à linha pleural, é habitual observar a presença de múltiplas linhas horizontais, denominadas linhas A (Figura 16.), correspondendo a artefactos de imagem num pulmão normal, em zona em que supostamente seria pulmonar, que não tem tradução ecográfica. Estes artefactos são de reverberação, causados pela reflexão consecutiva e múltipla do ultrassom entre a linha pleural e o transdutor. Normalmente são estáticos e uniformemente espaçados, sendo a distância entre elas a que separa o transdutor da linha pleural, apresentando perda da intensidade progressiva e em profundidade. A quantidade de artefactos varia de acordo com a proporção ar-líquido no pulmão. A linha pleural e as linhas A são visíveis numa maior extensão quando o transdutor é posicionado transversalmente numa região intercostal, paralelo às costelas.(8,72)

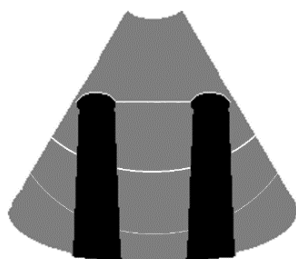


Figura 16. Linhas de reverberação – Linhas A.(8,72)

Quando o transdutor é posicionado no plano longitudinal, perpendicular às costelas, o cone de sombra que produzem delimitam um espaço onde se encontra a linha pleural e as linhas A, que por analogia se conhece como "sinal do morcego" (Figura 17. a). Embora a ecografia de Modo-B seja a mais utilizada para imagens pulmonares, o modo de movimento temporal Modo-M, que exhibe o movimento do ultrassom ao longo do tempo e de uma linha selecionada, pode fornecer informações diagnósticas adicionais. Com esta modalidade destaca-se a linha pleural, que divide a imagem obtida numa componente mais proximal constituída por linhas ecogénicas transversais e representativas das estruturas dos tecidos até a pleura parietal e, uma componente em profundidade com maior espessura, com padrão arenoso e por isso indicativo da presença do “sinal de deslizamento pleural - *lung sliding*”. Este é o aspeto ultrassonográfico que caracteriza a morfologia e a fisiologia pleuropulmonar normal sendo conhecido como “sinal da praia - *seashore*” (Figura 17. b). A presença da linha pleural, *lung sliding*, linhas A ou do sinal da praia traduzem que o pulmão está normalmente ventilado.(8,73)

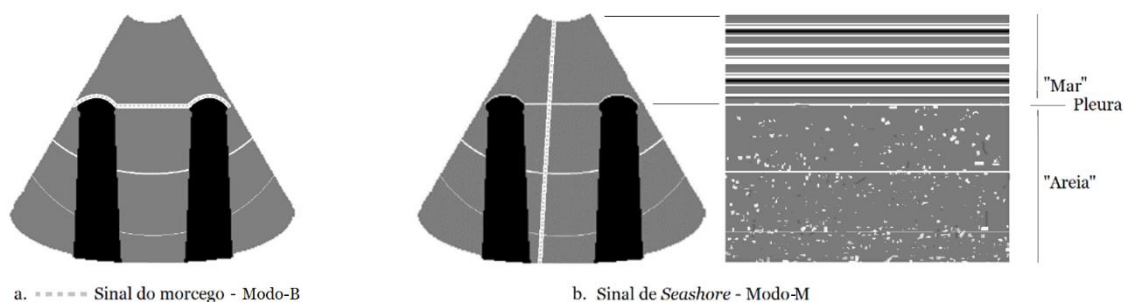


Figura 17. a. Sinal do Morcego – Modo-B; b. Sinal de *Seashore* – Modo-M. (8,73)

5.4 Alterações de significado patológico

A ecografia torácica pulmonar, praticada desde 1990, tem inegável utilidade na identificação de patologias tais como a síndrome intersticial, pneumonia ou atelectasia, derrame pleural ou hemotórax, pneumotórax e embolia pulmonar. Na impossibilidade de produzir uma imagem de natureza pulmonar, a ultrassonografia do pulmão baseia-se na interpretação de vários tipos de artefactos, predominantemente gerados na interação da pleura com o parênquima pulmonar.(74)

A histopatologia pulmonar na infeção por SARS-CoV-2 é caracterizada por edema alveolar, hiperplasia epitelial alveolar reativa, exsudado, congestão vascular e aglomerados de material fibrinoide, células gigantes multinucleadas e proliferação fibroblástica. A hiperplasia dos pneumócitos e o espessamento intersticial podem desenvolver-se ao longo do processo de cicatrização. No decurso da doença grave pode ser observada necrose hemorrágica, congestão alveolar, edema, fibrose e consolidações gravitacionais, semelhantes às presentes na SARS.(8)

O pulmão não se apresenta como um refletor virtualmente total quando há alteração da proporção entre o ar, tecido, líquido ou outro componente biológico. Como resultado das mudanças no tecido subpleural, numerosos artefactos verticais surgem, conhecidos como linhas B, ou por vezes, ‘cauda de cometa’. Estas surgem quando o pulmão não tem ventilação normal.(8) Os septos interlobulares subpleurais, que são rodeados por ar alveolar, são os primeiros a desenvolver edema intersticial. Os ultrassons atravessam este estreito sistema pleura-líquido-ar e são refletidos repetidamente, e este fenómeno traduz-se ecográficamente como uma linha B, um longo artefacto hiperecogénico vertical (Figura 18. a).(73)

As linhas B substituem as linhas A quando o interstício pulmonar se torna mais espesso, que pode dever-se a fibrose ou a edema.(72) No entanto, as linhas B são frequentemente visíveis e são indicadores de anormalidade, mas não são patognomónicas de uma única patologia. A presença de mais de duas linhas B é anormal e indica síndrome intersticial, e o edema pulmonar é a causa mais prevalente (Figura 18. b). É possível determinar a gravidade através do número e da distância entre linhas B visualizadas. Foi proposto que linhas B em padrão *light beam*, isto é, mais de 10 por ecrã ou com menos de 3 mm de distância entre si, são sugestivas de diagnóstico de SARS (Figura 18. c).(73)

A linha pleural torna-se irregularmente espessa e tem um padrão característico na doença pulmonar inflamatória, como na pneumonia viral (incluindo estadios iniciais de Covid-19): tem envolvimento mono ou multifocal, dispersamente irregular, e sem

distribuição gravitacional. As consolidações aparecem na imagem quando a densidade subpleural se aproxima da do tecido sólido (≥ 1 g/mL). O pulmão tem tradução ecográfica quando existe broncograma aéreo distinto, mostrando o ar dentro dos alvéolos, ou brônquios, cercados por inflamação ou pus, obliterando as linhas A devido a consolidação total do pulmão (Figura 18. d). As consolidações com broncograma aéreo e com aparência de tecido de órgão maciço (hepatização) são frequentemente associadas a doença grave e progressiva.(8)

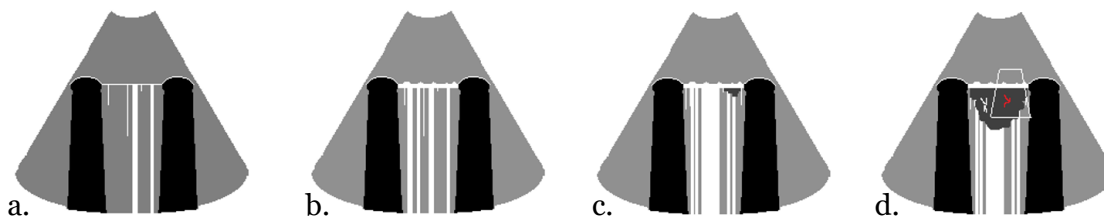


Figura 18. a. 1-2 Linhas B; b. >2 linhas B, pleura irregular; c. *Light beam*; consolidação subpleural <1cm; d. Consolidação subpleural >1cm com broncograma aéreo e vascularização.

Resumindo, são características ecográficas da pneumonite da Covid-19:(48,59)

- › Aumento do número de linhas B (focais ou confluentes, multifocais e frequentemente bilaterais – padrão *light beam*);
- › Espessamento da pleura com alterações da linha pleural, linha pleural irregular ou quebrada;
- › Pequenas consolidações subpleurais (<1cm), que podem progredir para maciças fracamente vascularizadas ou consolidações avasculares (>1cm), com broncogramas aéreos infrequentes, vulgarmente observadas nas regiões pulmonares pósteroinferiores;
- › Derrames pleurais são raros. Apesar de frequentemente observadas pequenas quantidades de líquido, um derrame pleural significativo é incomum e deve desencadear a suspeita de uma comorbidade.

Como descrito anteriormente, o LUS é uma ferramenta que permite a monitorização da ventilação pulmonar e possibilita a quantificação da lesão pulmonar associada a Covid-19 (Figura 19.).(75)

A cada apresentação ecográfica é atribuída uma pontuação diferente, de acordo com a gravidade da lesão pulmonar. Embora diferentes métodos tenham sido descritos, a maioria dos estudos utilizou um sistema de pontuação baseado em 12 regiões e uma classificação de 0-3: 1 ponto para linhas B focais, 2 pontos para linhas B confluentes e

pequena consolidação subpleural <1 cm, 3 pontos para consolidação subpleural >1 cm. Somando a pontuação mais alta de cada região, obtemos a pontuação total do doente, de 0-36. Uma pontuação de 1-7 é considerada um envolvimento leve dos pulmões, 8-18 moderado e 19-36 grave (Tabela 8.).(59,76)

No protocolo CLUE é ainda especificada a conduta que deve ser adotada após a abordagem no SU, tendo em consideração a quantificação LUS e a decisão clínica da necessidade de suplementação de oxigénio. (Tabela 9.).(48)

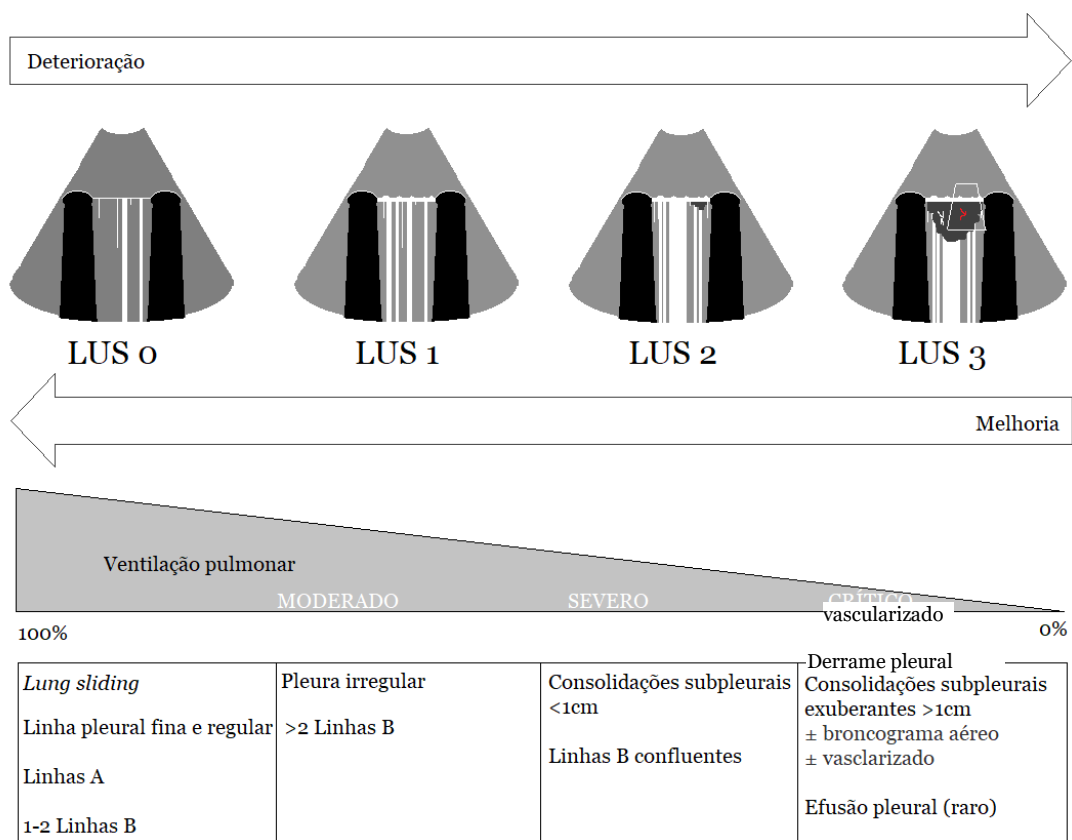


Figura 19. Protocolo CLUE.(48,75)

Tabela 8. LUS: *Lung ultrasound Score*: 1-7 – envolvimento leve; 8-18 – moderado; 19-36 – grave.(59,76,77)

Achado	Definição	Tradução	Score
Linhas A	Artefactos horizontais de reverberação, paralelos à linha pleural	Ventilação sem alterações	0
Linhas B	Artefactos verticais hiperecóticos, que surgem da linha pleural e estendem-se à parte inferior do ecrã sem se desvanecerem, e que apagam as linhas A		
Isoladas	Linhas B discretas, bem demarcadas; podem estar presentes linhas pleurais irregulares ou fragmentadas	Perda moderada de ventilação	1
Confluentes	Múltiplas linhas B coalescentes ou convergentes <1cm e pode estar presente uma linha pleural irregular ou fragmentada	Perda acentuada de ventilação	2
Consolidação subpleural	Área de consolidação hiperecogénica > 1cm	Perda completa de ventilação	3
Quantificação do Score	Soma da maior pontuação de cada uma das 12 áreas de estudo (superior e inferior da região anterior, lateral, posterior, dos dois hemitóraxes)		0-36

Tabela 9. Protocolo CLUE. (48)

Classificação	LUS total (soma 12 zonas)	Decisão clínica de suplementação oxigénio	Abordagem após SU
Normal	0	Não	Domicílio
		Sim	Considerar causa alternativa e abordar de acordo
Leve	1-5	Não	Domicílio + seguimento de vigilância
		Sim	Domicílio com vigilância da saturação O ₂ ± suplementação de oxigénio OU considerar internamento hospitalar
Moderado	5-15	Não	Internamento hospitalar OU considerar UCI
		Sim	Internamento hospitalar OU considerar UCI
Grave	>15	Não	Internamento hospitalar
		Sim	Internamento UCI

Na meta-análise realizada por *Song et al.* foi estudada a associação da quantificação LUS com a mortalidade e gravidade da Covid-19. Foi concluído que a pontuação LUS foi significativamente maior no grupo com mortalidade, em comparação com o grupo de sobreviventes, com uma diferença de média ponderada de *score* de 8,21. Aqueles com Covid-19 leve/ moderado, grave e crítico tiveram um LUS progressivamente maior, sendo que os doentes com doença leve/ moderado *vs.* grave tiveram uma diferença de pontuação LUS de 7,31; grave *vs.* crítico de 8,78; leve/ moderado *vs.* crítico de 10,00 (Tabela 10.). Concluíram assim que a pontuação LUS foi associada à mortalidade e gravidade da Covid-19 e que pode ser uma ferramenta de estratificação de risco para doentes Covid-19.(78)

Tabela 10. LUS: Diferença de *score* entre os grupos de sobreviventes e de mortalidade, e entre as apresentações de doença leve/ moderado, grave e crítico.(78)

Doentes	Grupo sobreviventes <i>vs.</i> mortalidade	Leve/ moderado <i>vs.</i> grave	Grave <i>vs.</i> crítico	Leve/ moderado <i>vs.</i> crítico
Diferença valor LUS	8,78	7,31	8,78	10,00

É fundamental ter em consideração que a ecografia é uma modalidade dependente do operador. Foi objetivado no estudo por *Lerchbaumer et al.* que na aplicação da ferramenta LUS, as linhas B foram interpretadas de forma mais adequada quando realizada por médicos intensivistas, mas que os médicos das urgências classificaram as linhas B mais vezes como confluentes em vez de unifocais. Verificou-se que essa tendência se deve ao facto de os intensivistas terem mais experiência clínica com doentes com SARS grave.(69)

Nesse estudo, a interpretação de achados específicos em doentes com Covid-19 alcançou apenas concordância interobservador moderada. A concordância foi maior para achados mais distintos, como broncograma aéreo e consolidações subpleurais, e pontuações LUS mais graves. O treino de operadores de POCUS pode trazer benefícios na concordância e viabilidade clínica.(69)

5.5 Evolução e potencialidades

Embora as alterações pleurais, representadas por artefactos, fossem anteriormente consideradas inadequadas para investigação ecográfica, a percepção de que podem indicar alterações do parênquima pulmonar resultou em avanços rápidos no uso e na compreensão da ecografia pleuropulmonar.(15)

Erika et al., num estudo publicado em maio de 2020 propôs a utilização da estratégia de Piacenza para triagem de doentes Covid-19 nas urgências hospitalares. Este estudo propõe seguir um algoritmo que tem como primeiro decisor a anamnese e o exame objetivo. Se objetivadas alterações, o doente é isolado em área Covid, caso contrário, mesmo na ausência de sintomas respiratórios ou febre, é utilizado como segundo decisor a POCUS pleuropulmonar.(79) Este estudo demonstra a potencialidade da aplicação da ecografia pleuropulmonar na decisão clínica.

Os benefícios relacionados com a realização do exame à cabeceira ao invés do transporte de doentes para a sala de imagiologia incluem a eliminação do tempo de transporte, dos perigos de contaminação e do perigo de colocar doentes instáveis em circulação. Por fim, a ecografia pleuropulmonar pode ser implementada para reforçar outros critérios clínicos, e pode ser usada com mais frequência do que a TC, por ter a vantagem de não expor o doente a radiação.(77)

5.6 Proteção e Segurança

Os profissionais de saúde que lidam com doentes Covid-19 e realizam POCUS estão expostos e correm o risco de infeção. Para evitar o contágio está preconizada a utilização de equipamento de proteção individual (EPI) de modo a diminuir a exposição a gotículas de tosse, espirros ou outros fluidos corporais, e também de superfícies contaminadas.(80,81)

O EPI pode incluir aventais ou macacões, luvas, touca, sapatos, perneiras, máscaras, equipamentos respiratórios e óculos de proteção ou viseira (Figura 20.). Orientações sobre a ordem correta para colocar e remover EPI estão disponíveis nos locais de cuidados de saúde dedicados aos doentes infetados por SARS-CoV-2, promovidos pela DGS e pelas unidades de saúde.(80,81)

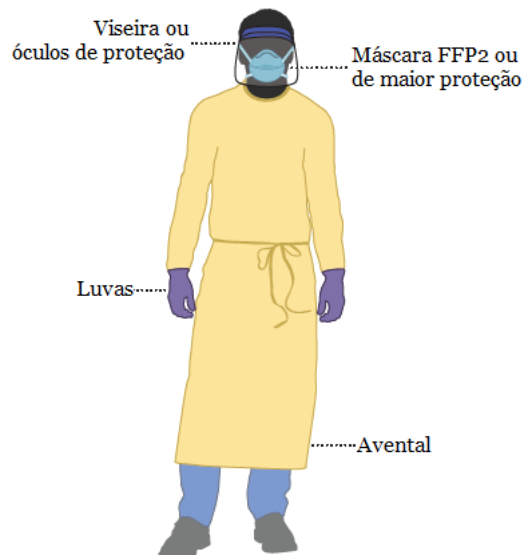


Figura 20. Equipamento de Proteção Individual (EPI). Adaptado de CDC.(81)

Deve-se higienizar as mãos previamente, e a colocação do EPI deve ser feita fora da zona de isolamento. Deve-se amarrar o cabelo e remover toda a joalheria.(80) Deve ser colocada pela seguinte ordem:

1. Bata impermeável;
2. Máscara
3. Óculos ou viseira
4. Luvas

O EPI deve ser removido numa ordem que minimize o potencial de contaminação cruzada:(80)

1. Remover as luvas não contactando com a parte externa das mesmas;
2. Higienizar as mãos;
3. Remover a bata puxando pela parte posterior, à medida que remove ir enrolando a parte anterior sobre si mesma, tocando apenas no interior da bata;
4. Remover os óculos ou viseira tocando apenas nas hastes ou nos elásticos dos mesmos;
5. Higienizar as mãos;
6. Remover a máscara tocando apenas nos elásticos da mesma;
7. Higienizar as mãos.

Como discutido anteriormente, devido ao risco de contaminação e propagação dos microrganismos na realização da POCUS, a abordagem a tomar num doente com Covid-19 deve seguir a seguinte sequência:(48)

1. Colocar EPI e luvas duplas.
2. Realizar ecografia apenas se necessário e de preferência em simultâneo com o exame objetivo.
3. Usar ecógrafo portátil (proteger todo o dispositivo) ou ecógrafo móvel (proteger o transdutor e o equipamento com cobertura de plástico transparente).
4. Usar pacotes descartáveis de gel.
5. Posicionar, se possível, o doente de costas para o utilizador do ecógrafo.
6. Explorar ecograficamente as zonas pulmonares posteriores, laterais e anteriores.
7. Adquirir imagens e vídeos, e utilizar predefinições colocadas previamente, de forma a minimizar o manuseio do teclado no momento do exame.
8. Após o exame, remover a protetor do transdutor, a coberta de plástico e o par de luvas externo.
9. Usando o par de luvas interno, limpar toda a máquina.
10. Tirar o EPI e limpar toda a máquina novamente, com luvas novas.

6. As perspetivas da Ecografia Point-of-Care

6.1. Realidade nacional

Em março de 2020, o Colégio de Radiologia português divulgou orientações para a realização de ecografia nos doentes internados com Covid-19. Foi comunicado que os dados não eram suficientes, e que até nova evidência, a ecografia pleuropulmonar não deveria ser considerada o exame de rotina para avaliação e seguimento destes doentes. O exame considerado de primeira linha era a radiografia torácica.(82) Segundo uma atualização de novembro de 2020 foi determinada que a TC torácica, aliada à realização de um teste RT-PCR, passaria a ser a primeira linha de diagnóstico, não mencionando a utilização da ecografia.(83)

O Centro Hospitalar Universitário do Porto publicou em abril de 2020 que a ecografia pleuropulmonar apresenta a vantagem de realização à cabeceira do doente, constituindo um exame de elevada exigência técnica e deve ser realizado apenas por profissionais com experiência na área. No entanto, pode ser realizada como complemento, se houver capacidade técnica e humana.(84)

O Núcleo de Estudos de Ecografia da Sociedade Portuguesa de Medicina Interna (NEEco – SPMI) publicou em janeiro de 2021 recomendações para o uso da ecografia pleuropulmonar na abordagem inicial ao doente com suspeita de infeção por SARS-CoV-2. Foi recomendada a aplicação da POCUS em três situações clínicas: 1) na abordagem inicial de doentes com clínica respiratória; 2) na avaliação de doentes com descompensação súbita e grave da doença; 3) no seguimento de doentes com SARS-CoV-2 a curto, médio e longo prazo.(57,85)

Nestas recomendações, é proposto o protocolo de *Soldati et al.*(60), já descrito previamente (Figura 5.), de 14 regiões de estudo, 7 por hemitórax (3 posteriores, 2 laterais e 2 anteriores), com avaliação do doente preferencialmente na posição sentada, de costas para o clínico.(57,85)

No entanto, os autores do NEEco constataram que o estudo de 12 regiões (2 anteriores, 2 laterais e 2 posteriores) parece ser aquele com melhor equilíbrio entre o tempo de aquisição e a acuidade do exame. Este estudo deve ser aliado à ferramenta de quantificação LUS mencionada anteriormente, que avalia cada região de 0-3, totalizando 0-36.(57,85)

6.2. Perspetivas futuras

A quantidade de clínicos adeptos da POCUS sem qualificações formais em Imagiologia está em expansão nos mais variados campos da medicina. Ao serem desenvolvidos equipamentos de menores dimensões, apesar da perda de algumas capacidades funcionais, a inovação tecnológica permitiu que esta modalidade passasse a estar disponível a todos os clínicos. A sua utilização é de maior relevância nos SU e UCIs, enfermarias hospitalares, em contexto de ambulatório e nos cuidados pré-hospitalares.(3)

A POCUS continuará a difundir-se no ensino médico, nos cuidados de saúde e nas especialidades médicas, pois a sua implementação tem aumentado exponencialmente de uma forma transversal, tanto para aumentar a capacidade de diagnóstico, como uma ferramenta adjuvante à aprendizagem.(3)

Durante a pandemia Covid-19, as vantagens da Inteligência Artificial (IA) relacionam-se principalmente com a capacidade de analisar e reconhecer padrões de imagens com alto rendimento. O número de exames de imagem que precisam de ser avaliadas nos cuidados de saúde é exponencialmente maior, e o processamento de imagens através de IA pode ser útil na gestão de recursos e na triagem de doentes.(52)

Além disso, devido ao curso rápido da Covid-19, são por norma instituídos durante a hospitalização exames seriados de TC para monitorizar a evolução e resposta à terapêutica instituída. Embora a análise qualitativa seja importante, pequenas diferenças entre imagens consecutivas de TC podem ser ignoradas, e a IA pode ajudar a objetivar e quantificar essas mudanças. A adaptabilidade das redes de aprendizagem, que permite que estes sistemas se adaptem a apresentações variadas de doenças, está no centro do desenvolvimento da IA clínica.(52) Este princípio pode ser aplicado também na aquisição seriada de imagens por ecografia.

7. Conclusão

Os quatro pilares do exame objetivo clássico são a inspeção, auscultação, percussão e palpação. A POCUS foi sugerida como quinto pilar – a **insonação**. A precisão diagnóstica é reforçada com o enriquecimento desta prática tradicional, sendo a POCUS uma extensão da mesma, e não um substituto.

A POCUS pleuropulmonar é uma ferramenta de diagnóstico rápido à cabeceira do doente, facilmente acessível e de aparente inocuidade. Deve ser tido em conta o erro dependente do utilizador, estando a qualidade dos exames ecográficos dependentes dos conhecimentos e habilidades do operador.

Em dezembro de 2019 um surto de pneumonia de origem desconhecida ocorreu em Wuhan, na China. Este surto alastrou-se a todos os continentes, dando origem à pandemia Covid-19.

As manifestações iniciais da Covid-19 podem incluir febre, tosse, mialgias e outros sintomas inespecíficos, que podem dar origem a quadros de maior gravidade, sendo a pneumonia a manifestação mais frequente. O reconhecimento de cada fase da doença é imperativo para tomar as decisões clínicas apropriadas.

A radiografia de tórax é, por norma, a primeira linha de diagnóstico imagiológico usado para doentes com suspeita de Covid-19. No entanto, este método de imagem tem menor sensibilidade do que a TC torácica. Foi determinado que a sensibilidade da ecografia é comparável à da TC, sendo os achados altamente consistentes. Concluiu-se que a ecografia é superior na demonstração de lesões peripulmonares de menores dimensões e derrames pleurais.

Desde o início da pandemia Covid-19 foram realizados vários estudos a nível mundial. Estes estudos propõem diversos protocolos para o estudo ecográfico pleuropulmonar nos doentes Covid-19, numa tentativa de colmatar a necessidade de padronização protocolar destes doentes. Alguns desses protocolos foram o CLUE, COVUS e DLETE, entre outros.

Nos vários estudos, as lesões foram visualizadas com maior frequência bilateralmente nos campos póstero-inferiores pulmonares, bem como múltiplas linhas B, com regiões septais interlobulares subpleurais mais espessas. As imagens mostraram linhas pleurais irregulares e mais espessas, e que derrames pleurais localizados podem estar associados a consolidações subpleurais. As consolidações com broncograma aéreo e com aparência de tecido de órgão maciço (hepatização) são frequentemente associadas a doença grave

e progressiva. Durante a recuperação, é possível observar a restauração da ventilação e retorno das linhas A bilateralmente.

A identificação destes padrões distintos aumentou a especificidade da ecografia pleuropulmonar na deteção de alterações pulmonares da Covid-19, tornando esta modalidade imagiológica numa valiosa ferramenta de diagnóstico e monitorização, que permite avaliar o curso da insuficiência respiratória e reconhecer precocemente possíveis deteriorações da ventilação.

Estas alterações podem ser quantificadas através da ferramenta LUS, que tem um excelente desempenho na previsão de resultados adversos em doentes com Covid-19. A associação entre a quantificação LUS e a mortalidade e gravidade da Covid-19 foi validada e estudada, tendo sido concluído que uma maior pontuação LUS foi significativamente associada a maior mortalidade e gravidade de doença, sendo uma ferramenta de estratificação de risco válida para estes doentes.

Embora a ecografia pleuropulmonar seja uma técnica de imagem padronizada, a interpretação de achados específicos em doentes com Covid-19 alcançou apenas concordância interobservador moderada. Nesse estudo, a concordância foi maior para achados mais distintos, como broncograma aéreo e consolidações subpleurais e pontuações LUS mais graves.

O treino de operadores de POCUS pode trazer benefícios na concordância e viabilidade clínica, e o material de ensaio deve dar primazia a certos aspetos como a quantificação de linhas B e a diferenciação de LUS intermédios, que revelaram menor concordância inter e intraobservador.

Para doentes internados em UCI a POCUS é especialmente útil na avaliação pleuropulmonar e função cardíaca, e torna possível a avaliação do doente à cabeceira, sem a necessidade do seu transporte em estado crítico ou em isolamento. Também a visualização dinâmica das imagens em tempo real demonstrou ser vantajosa na distinção de lesões intersticiais e na visualização da vascularização e de lesões inflamatórias. A quantificação LUS à admissão na UCI pode prever o decurso clínico e a necessidade de maior número de dias de ventilação invasiva, mas não o desfecho clínico.

A limpeza meticulosa de qualquer dispositivo POCUS é fundamental para reduzir o risco de transmissão de SARS-CoV-2. É de extrema prioridade que o ecógrafo não seja um vetor de infeção, logo, o equipamento no local de estudo deve ser usado apenas quando

cl clinicamente indicado. As instituições devem ter protocolos para desinfecção de máquinas.

Foi ainda ressaltada a necessidade de uma base de dados compartilhada, necessária para fomentar novos desenvolvimentos e divulgar os resultados alcançados no estudo ecográfico pleuropulmonar de doentes com Covid-19.

Do exposto previamente, é possível concluir que a ecografia contribui significativamente para a profissão médica na medida em que permite que o doente seja visto como uma pessoa, ao invés de uma coleção de componentes mecânicos, como é frequentemente o caso no mundo médico atual.

A ecografia, sendo um exame realizado em tempo real, feito num corpo vivo, permite manter a consciência da singularidade do doente ao evidenciar a percepção da sua própria natureza viva. Uma imagem estática é geralmente uma imagem abstrata, um retrato altamente selecionado que frequentemente reflete as próprias percepções do autor, em vez da realidade.

A identificação de imagens exige a interpretação sobre o objeto de estudo, e como resultado, as imagens técnicas são sempre o resultado das escolhas feitas e nunca são reflexos exatos da realidade. Nunca se visualiza a pessoa inteira na ecografia, mas sim uma área selecionada, e aquele que tenta ver tudo não vê nada no final.

O operador de ecografia pode interagir com o objeto que examina, pode inspecioná-lo em movimento, reposicionar o corpo e aprender mais sobre a sua forma de resposta. A ecografia, sendo um exame baseado no diálogo, pode traduzir vida sem ter que emprisioná-la num momento estático, o que a torna uma modalidade de estudo imagiológico única. A vida pode ser visualizada por meio de ecografia. Como resultado, é fundamental para o futuro da ecografia reconhecer que a imagem no ecrã não conta toda a história do indivíduo em estudo.

Conclui-se que a POCUS pleuropulmonar, associado à ferramenta de quantificação LUS, pode apoiar a triagem, diagnóstico e avaliação prognóstica em doentes com Covid-19. Pode ser usado no SU, mas também na enfermarias e na UCI, e assiste na orientação do doente, dos cuidados e da terapêutica. Mais estudos e pesquisas, incluindo ensaios clínicos e metanálises são necessários para continuar a definir o papel da POCUS pleuropulmonar na Covid-19. Além disso, um protocolo de exame padronizado também é necessário. Mas uma coisa é certa: a POCUS pleuropulmonar veio para ficar.

Bibliografia

1. Wells PNT. Ultrasound imaging. *Phys Med Biol* [Internet]. 2006;51:R83–98. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16790922/>
2. Moore CL, Copel JA. Point-of-Care Ultrasonography. *N Engl J Med* [Internet]. 2011;364(8):749–57. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21345104/>
3. Narula J, Chandrashekar Y, Braunwald E. Time to add a fifth pillar to bedside physical examination inspection, palpation, percussion, auscultation, and insonation. *JAMA Cardiol.* 2018;3(4):346–50.
4. Ciotti M, Ciccozzi M, Terrinoni A, Jiang W, Wang B, Bernardini S, et al. The COVID-19 pandemic. *Crit Rev Clin Lab Sci* [Internet]. 2020;57(6):365–88. Available from: <https://doi.org/10.1080/10408363.2020.1783198>
5. Zu ZY, Jiang M Di, Xu PP, Chen W, Ni QQ. Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): A Perspective from China. *Radiology* [Internet]. 2020;296(2):E15–25. Available from: <https://pubs.rsna.org/doi/10.1148/radiol.2020200490>
6. Kanne JP, Little BP, Chung JH, Elicker BM, Ketani LH. Essentials for Radiologists on COVID-19: An Update – Radiology Scientific Expert Panel [Internet]. Vol. 00, *Radiology.* 2020. Available from: <https://pubs.rsna.org/doi/10.1148/radiol.2020200527>
7. Song F, Shi N, Shan F, Zhang Z, Shen J, Lu H, et al. Emerging 2019 Novel Coronavirus (2019-nCoV) Pneumonia. *Radiology* [Internet]. 2020;295(1):210–7. Available from: <https://pubs.rsna.org/doi/10.1148/radiol.2020200274>
8. Sultan AR, Sehgal CM. A review of early experience in lung ultrasound in the diagnosis and management of Covid-19. *Ultrasound Med Biol* [Internet]. 2020;46(9):2530–45. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32591166/>
9. National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering (NIBIB). Ultrasound [Internet]. U.S. Department of Health & Human Services. 2016 [cited 2021 Dec 8]. Available from: <https://www.nibib.nih.gov/science-education/science-topics/ultrasound>
10. Nadrljanski MM, Bell DJ. History of ultrasound in medicine [Internet]. *Radiopaedia.org.* 2021 [cited 2021 Oct 6]. p. 2. Available from: <https://radiopaedia.org/articles/8660>

11. Woo J. Three-dimensional ultrasound comes of age [Internet]. A short History of the developments of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology. 2020 [cited 2022 Jan 8]. Available from: <https://www.ob-ultrasound.net/history-3D.html>
12. Qifa Zhoua, Lamb KH, Zhengc H, Qiuc W, Shung KK. Piezoelectric single crystals for ultrasonic transducers in biomedical applications. *Prog Mater Sci* [Internet]. 2014;1(66):1–51. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4223717/>
13. Jensen JA. Medical ultrasound imaging. *Prog Biophys Mol Biol* [Internet]. 2007;93:153–65. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17092547/>
14. Kremkau FW. *Sonography: Principles and Instruments*. 9th ed. St. Louis, Missouri: ELSEVIER; 2016.
15. Dietrich CF, Goudie A, Chiorean L, Cui XW, Gilja OH, Dong Y, et al. Point of Care Ultrasound: A WFUMB Position Paper. *Ultrasound Med Biol* [Internet]. 2016;1–10. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27472989/>
16. Soni N, Arntfield R, Kory P. *Point of Care Ultrasound*. 2nd ed. Elsevier; 2020.
17. Torres-Macho J, Aro T, Bruckner I, Cogliati C, Gilja OH, Gurghean A, et al. Point-of-care ultrasound in internal medicine: A position paper by the ultrasound working group of the European federation of internal medicine. *Eur J Intern Med* [Internet]. 2020;73(Mar):67–71. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ejim.2019.11.016>
18. Alonso JV, Turpie J, Farhad I, Ruffino G. Protocols for Point-of-Care-Ultrasound (POCUS) in a Patient with Sepsis; An Algorithmic Approach. *Bull Emerg Trauma* [Internet]. 2019;7(1):67–71. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6360013/>
19. Wagner M, Boughton J. PEARLS for an Ultrasound Physical and Its Routine Use as Part of the Clinical Examination. *South Med J*. 2018;111(7):389–94.
20. Rumack CM, Levine D. *Diagnostic Ultrasound*. 5th ed. Philadelphia, PA: ELSEVIER; 2018.
21. Kollmann C, Jenderka K, Moran CM, Draghi F, Diaz JFJ, Sande R. EFSUMB Clinical Safety Statement for Diagnostic Ultrasound – (2019 revision). *Ultraschall Med* [Internet]. 2020;41(4):387–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31594007/>

22. Conlon TW, Yousef N, Mayordomo J, Cecile C, Maria T, Shazia VF, et al. Establishing a risk assessment framework for point-of-care ultrasound. *Eur J Pediatr* [Internet]. 2021;Nov 30(0123456789):1–9. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00431-021-04324-4>
23. Baribeau Y, Sharkey A, Chaudhary O, Krumm S, Fatima H, Mahmood F, et al. Handheld Point-of-Care Ultrasound Probes: The New Generation of POCUS. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2020;34(11):3139–45.
24. World Health Organization (WHO). Novel Coronavirus - 2019-nCoV - 1 [Internet]. Vol. 1, Situation Report - 1. 2020. Available from: https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200121-sitrep-1-2019-ncov.pdf?sfvrsn=20a99c10_4
25. World Health Organization (WHO). Novel Coronavirus - 2019-nCoV - 11 [Internet]. 2020. Available from: https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200131-sitrep-11-ncov.pdf?sfvrsn=de7cof7_4
26. World Health Organization (WHO). Novel Coronavirus - 2019-nCoV - 43 [Internet]. Vol. 43. 2020. Available from: https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200303-sitrep-43-covid-19.pdf?sfvrsn=76e425ed_2
27. World Health Organization (WHO). Novel Coronavirus - 2019-nCoV - 51 [Internet]. Vol. 51. 2020. Available from: https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200311-sitrep-51-covid-19.pdf?sfvrsn=1ba62e57_10
28. Presidência da República. Decreto do Presidente da República n.º 14-A/2020 de 18 de março. *Diário da República*, 1.ª série [Internet]. 14-A/2020 2020 p. 3–5. Available from: <https://files.dre.pt/1s/2020/03/05503/0000200004.pdf>
29. World Health Organization (WHO). Novel Coronavirus - 2019-nCoV - 75 [Internet]. Vol. 75. 2020. Available from: https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200404-sitrep-75-covid-19.pdf?sfvrsn=99251b2b_4
30. Salian VS, Wright JA, Vedell PT, Nair S, Li C, Kandimalla M, et al. COVID-19 Transmission, Current Treatment, and Future Therapeutic Strategies. *Mol Pharm* [Internet]. 2021;18(3):754–71. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33464914/>

31. Jih TK. Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS) and Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS): Are We Speaking Different Languages? *J Chin Med Assoc* [Internet]. 2005;68(1):1–3. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7128319/>
32. Plante JA, Mitchell BM, Plante KS, Debbink K, Weaver SC, Menachery VD. The variant gambit: COVID-19's next move. *Cell Host Microbe* [Internet]. 2021;29(4):508–15. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7919536/pdf/main.pdf>
33. Huang C, Wang Y, Li X, Ren L, Zhao J, Hu Y, et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *Lancet* [Internet]. 2020;395:497–506. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7159299/>
34. World Health Organization (WHO). Therapeutics and COVID-19: living guideline [Internet]. 2021. Available from: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345356>.
35. Wu Z, McGoogan JM. Characteristics of and Important Lessons From the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Outbreak in China. *Jama* [Internet]. 2020;323(13):1239. Available from: <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2762130>
36. Liu W, Yang C, Liao Y, Wan F, Lin L. Risk factors for COVID-19 progression and mortality in hospitalized patients without pre-existing comorbidities. *J Infect Public Health* [Internet]. 2021;15(2022):13–20. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34861603/>
37. Meng Y, Wang J, Wen K, Da W, Yang K, Zhou S, et al. Clinical Features and Laboratory Examination to Identify Severe Patients with COVID-19: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Biomed Res Int* [Internet]. 2021;2021(Article ID 6671291):15. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34796234/>
38. Tsang HF, Wing L, Chan C, Chi W, Cho S, Chi A, et al. An update on COVID-19 pandemic the epidemiology, pathogenesis, prevention and treatment strategies. *Expert Rev Anti Infect Ther* [Internet]. 2021;19(7):877–88. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33306423/>
39. Epstein JH, McEachern J, Zhang J, Daszak P, Wang H, Field H, et al. Bats Are Natural Reservoirs of SARS-Like Coronaviruses. *Science* (80-) [Internet]. 2005;310(5748):676–9. Available from: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/extart?codigo=1323722>

40. Umakanthan S, Sahu P, Ranade A V., Bukelo MM, Rao JS, Abrahao-Machado LF, et al. Origin, transmission, diagnosis and management of coronavirus disease 2019 (COVID-19). *Postgrad Med J.* 2020;96(1142):753–8.
41. Borges MASB, Guilarde AO, de Moura Tomich LGM, Turchi MD. Clinical practice in COVID-19: The most frequently asked questions to infectious diseases specialists. *Brazilian J Infect Dis* [Internet]. 2021; Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34793712/>
42. Deshwal H, Pradhan D, Mukherjee V. Point-of-care ultrasound in a pandemic: Practical guidance in COVID-19 units. *World J Crit Care Med* [Internet]. 2021;10(5):204–19. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34616657/>
43. Poggiali E, Dacrema A, Bastoni D, Tinelli V, Demichele E, Ramos PM, et al. Can Lung US Help Critical Care Clinicians in the Early Diagnosis of Novel Coronavirus (COVID-19) Pneumonia? *Radiology.* 2020.
44. Volpicelli G, Lamorte A, Villén T. What’s new in lung ultrasound during the COVID-19 pandemic. *Intensive Care Med* [Internet]. 2020;46(7):1445–1448. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32367169/>
45. Bhimraj A, Morgan RL, Shumaker AH, Lavergne V, Baden L, Cheng VC-C, et al. Infectious Diseases Society of America Guidelines on the Treatment and Management of Patients with COVID-19 [Internet]. USA: Infectious Diseases Society of America (IDSA); 2022 p. 0–221. Available from: www.idsociety.org/COVID19guidelines
46. Kim AY, Gandhi RT. COVID-19: Management in hospitalized adults [Internet]. 2022 [cited 2022 Feb 27]. p. 1–56. Available from: <https://www.uptodate.com/contents/covid-19-management-in-hospitalized-adults>
47. Kisling LA, Das JM. Prevention Strategies [Internet]. StatPearls, editor. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021. Available from: [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537222/?report=reader#_NBK537222_2_pubdet_](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537222/?report=reader#_NBK537222_pubdet_2_pubdet_)
48. Manivel V, Lesnewski A, Shamim S, Carbonatto G, Govindan T. CLUE: COVID-19 lung ultrasound in emergency department. *Emerg Med Australas* [Internet]. 2020;32(4):694–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32386264/>

49. Brihn A, Chang J, OYong K, Balter S, Terashita D, Rubin Z, et al. Diagnostic Performance of an Antigen Test with RT-PCR for the Detection of SARS-CoV-2 in a Hospital Setting –Los Angeles County, California, June–August 2020 [Internet]. Vol. 70, MMWR Recommendations and Reports. 2021. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33983916/>
50. Soldati G, Smargiassi A, Inchingolo R, Buonsenso D, Perrone T, Briganti DF, et al. Is There a Role for Lung Ultrasound During the COVID-19 Pandemic? *J Ultrasound Med* [Internet]. 2020;39:1459–62. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32198775/>
51. Ravikanth R. Review of lung ultrasound findings in coronavirus disease 2019 (COVID-19): Effectiveness, applications and approach to lung ultrasound during times of a pandemic. *Saudi J Anaesth* [Internet]. 2021;15(2):174–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34188637/>
52. Manna S, Wruble J, Maron SZ, Toussie D, Voutsinas N. COVID-19: A Multimodality Review of Radiologic Techniques, Clinical Utility, and Imaging Features. *Radiol Cardiothorac Imaging* [Internet]. 2020;2(3):1–11. Available from: <https://pubs.rsna.org/doi/10.1148/ryct.2020200210>
53. Barros LM, Pigoga JL, Chea S, Hansoti B, Hirner S, Papali A, et al. Pragmatic Recommendations for Identification and Triage of Patients with COVID-19 in Low- and Middle-Income Countries. *Am J Trop Med Hyg*. 2021;104(Suppl):3–11.
54. Huang Y, Wang S, Liu Y, Zhang Y, Zheng C, Zheng Y, et al. A Preliminary Study on the Ultrasonic Manifestations of Peripulmonary Lesions of Non-Critical Novel Coronavirus Pneumonia (COVID-19). *SSRN Electron J* [Internet]. 2020;Feb 26. Available from: <https://ssrn.com/abstract=3544750>
55. Treanor L, Islam N, Ebrahimzadeh S, McInnes MDF. Letters to the Editor: Role of Imaging in Diagnosing COVID-19 [Internet]. *Radiology*. 2021. Available from: <https://pubs.rsna.org/doi/full/10.1148/radiol.2021210564>
56. Akl EA, Blažić I, Yaacoub S, Frija MPHG, Chou R, Jin Z, et al. Use of Chest Imaging in the Diagnosis and Management of COVID-19: A WHO Rapid Advice Guide. *Radiology* [Internet]. 2021;298(2):E63–9. Available from: <https://pubs.rsna.org/doi/10.1148/radiol.2020203173>
57. Mariz J. Manual de utilização de Ultrassonografia pulmonar à cabeceira do doente (POCUS). 1st ed. Sociedade Portuguesa de Medicina Interna - Núcleo de Estudos de Ecografia; 2020.

58. Long L, Zhao H, Zhang Z, Wang G, Zhao H. Lung ultrasound for the diagnosis of pneumonia in adults: A meta-analysis. *Med* [Internet]. 2017;96(3):e5713. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28099332/>
59. Cogliati C, Bosch F, Tung-chen Y, Smallwood N, Torres-macho J. Lung ultrasound in COVID-19: Insights from the frontline and research experiences. *Eur J Intern Med* [Internet]. 2021;90(August):19–24. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8196300/>
60. Soldati G, Smargiassi A, Inchingolo R, Buonsenso D, Perrone T, Briganti DF, et al. Proposal for International Standardization of the Use of Lung Ultrasound for Patients With COVID-19: A Simple, Quantitative, Reproducible Method. *J ultrasound Med Off J Am Inst Ultrasound Med* [Internet]. 2020;39(7):1413–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32227492/>
61. Fox S, Dugar S. Point-of-care ultrasound and COVID-19. *Cleve Clin J Med* [Internet]. 2020;87(5):1–7. Available from: <https://www.ccm.org/content/early/2020/05/27/ccjm.87a.ccc019.long>
62. Giraldi T, Nocera P, Tonelli AC, Franco MH, Ferraro LA, Mariz J, et al. Recomendações para o uso do Ultrassom Point of Care (POCUS) no atendimento inicial da COVID-19 - Versão n. 2/2020 Atualizada em 25/05/2020 [Internet]. ABRAMEDE - Associação Brasileira de Medicina de Emergência. 2020. Available from: http://abramede.com.br/wp-content/uploads/2020/05/POCUS_COVID_19_ABRAMEDE_2.10.pdf
63. Kiamanesh O, Harper L, Wiskar K, Luksun W, McDonald M, Ross H, et al. Lung Ultrasound for Cardiologists in the Time of COVID-19. *Can J Cardiol*. 2020;36(January):1144–7.
64. Johri AM, Galen B, Kirkpatrick JN, Lanspa M, Mulvagh S, Thamman R. ASE Statement on Point-of-Care Ultrasound during the 2019 Novel Coronavirus Pandemic. *J Am Soc Echocardiogr* [Internet]. 2020;33(6):670–3. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.echo.2020.04.017>
65. Duggan NM, Shokoohi H, Liteplo AS, Huang C, Goldsmith AJ. BEST PRACTICE RECOMMENDATIONS FOR POINT-OF-CARE LUNG ULTRASOUND IN PATIENTS WITH SUSPECTED COVID-19. *J Emerg Med* [Internet]. 2020;59(4, January):515–20. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32713618/>
66. Ji L, Cao C, Gao Y, Zhang W, Xie Y, Duan Y, et al. Prognostic value of bedside lung ultrasound score in patients with COVID-19. *Crit Care* [Internet]. 2020;24(1):1–12. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33353548/>

67. Coneybeare D, Das D, Lema P, Chang B, Ng L. COVUS: An Algorithm to Maximize the Use of Point-of-Care Ultrasound in the Emergency Management of COVID-19. *J Emerg Med* [Internet]. 2021;61(1):61–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33785247/>
68. Xue H, Li C, Cui L, Tian C, Li S, Wang Z, et al. M-BLUE protocol for coronavirus disease-19 (COVID-19) patients: interobserver variability and correlation with disease severity. *Clin Radiol* [Internet]. 2021;76(5):379–83. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33663912/>
69. Lerchbaumer MH, Lauryn JH, Bachmann U, Enghard P, Fischer T, Grune J, et al. Point-of-care lung ultrasound in COVID-19 patients: inter- and intra-observer agreement in a prospective observational study. *Sci Rep* [Internet]. 2021;11(10678):1–11. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8139973/>
70. Stecher S, Anton S, Fraccaroli A, Götschke J, Stemmler HJ, Barnikel M. Lung ultrasound predicts clinical course but not outcome in COVID-19 ICU patients: a retrospective single-center analysis. *BMC Anesthesiol* [Internet]. 2021;21(178):PMC8236568. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34182946/>
71. Aldrich JE. Basic physics of ultrasound imaging. *Crit Care Med*. 2007;35(5 SUPPL.):131–7.
72. Marini TJ, Rubens DJ, Zhao YT, Weis BAJ, O'Connor T. Lung Ultrasound: The Essentials. *Radiol Cardiothorac Imaging* [Internet]. 2021;3(2):e2–12. Available from: <https://pubs.rsna.org/doi/10.1148/ryct.2021200564>
73. Touw HRW, Tuinman PR, Gelissen HPMM, Lust E, Elbers PWG. Lung ultrasound: routine practice for the next generation of internists. *Neth J Med* [Internet]. 2015;73(3):100–7. Available from: <https://njmonline.nl/getpdf.php?id=1549>
74. Smith CF, Dilley A, Mitchell B, Drake RL. *Gray's Surface Anatomy and Ultrasound: A Foundation for Clinical Practice*. ELSEVIER; 2018. 14–27 p.
75. Smith MJ, Hayward SA, Innes SM, Miller ASC. Point-of-care lung ultrasound in patients with COVID-19 – a narrative review. *Anaesthesia* [Internet]. 2020;75(8):1096–104. Available from: <https://associationofanaesthetists-publications.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/anae.15082>

76. Speidel V, Conen A, Gisler V, Fux CA, Haubitz S. Lung Assessment with Point-of-Care Ultrasound in Respiratory Coronavirus Disease (COVID-19): A Prospective Cohort Study. *Ultrasound Med Biol* [Internet]. 2021;47(4):896–901. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33487473/>
77. Kumar A, Weng Y, Graglia S, Chung S, Duanmu Y, Lalani F, et al. Interobserver Agreement of Lung Ultrasound Findings of COVID-19. *J ultrasound Med Off J Am Inst Ultrasound Med* [Internet]. 2021;9999(0278–4297):1–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33426734/>
78. Song G, Qiao W, Wang X, Yu X. Association of Lung Ultrasound Score with Mortality and Severity of COVID-19: A Meta-Analysis and Trial Sequential Analysis. *Int J Infect Dis* [Internet]. 2021;108(Jul):603–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34146693/>
79. Erika P, Andrea V, Grazia M, Eva C, Teresa I, Magnacavallo I. Triage decision - making at the time of COVID - 19 infection: the Piacenza strategy. *Intern Emerg Med* [Internet]. 2020;15(5):879–82. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11739-020-02350-y>
80. Direção-Geral da Saúde. Norma 007/2020 - Prevenção e Controlo de Infecção por SARS-CoV-2 (COVID-19): Equipamentos de Proteção Individual (EPI) [Internet]. 2020 p. 1–24. Available from: <https://www.dgs.pt/directrizes-da-dgs/normas-e-circulares-normativas/norma-n-0072020-de-29032020-pdf.aspx>
81. Centers for Disease Control and Prevention. Use Personal Protective Equipment (PPE) When Caring for Patients with Confirmed or Suspected COVID-19 [Internet]. CS 316124-A 2020. Available from: https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/downloads/A_FS_HCP_COVID19_PPE.pdf
82. Colégio de Radiologia. Colégio de Radiologia - Orientações para prática da especialidade, em contexto de exceção, no combate à pandemia COVID-19 - Realização de Ecografia [Internet]. 2020. Available from: <https://ordemosmedicos.pt/wp-content/uploads/2020/03/Radiologia-recomendações-COVID19.pdf>
83. Colégio de Radiologia. Uso de meios complementares de diagnóstico imagiológicos em contexto de COVID-19 [Internet]. 2020 p. 2. Available from: <https://ordemosmedicos.pt/uso-de-meios-complementares-de-diagnostico-imagiologicos-em-contexto-de-covid-19/>

84. Centro Hospitalar Universitário do Porto. Manual clínico COVID-19 [Internet]. DEFI: COMUNICAÇÃO E PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS; 2020. Available from: https://defi.chporto.pt/documentos/COVID-19_Manual_Clinico_CHUP.pdf
85. Núcleo de Estudos de Ecografia. RECOMENDAÇÕES para o uso de Ultrassonografia Pulmonar na abordagem inicial ao doente com suspeita de infeção por SARS-COV-2 [Internet]. Sociedade Portuguesa de Medicina Interna; 2021. 1–11 p. Available from: <https://www.spmi.pt/wp-content/uploads/2021/01/book-neeco-recomendacoes.pdf>